



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Rizika při práci v kontrolovaném pásmu na Jaderné elektrárně Temelín

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Martin Krčmář

Vedoucí práce: Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

České Budějovice 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „*Rizika při práci v kontrolovaném pásmu na Jaderné elektrárně Temelín*“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Rizika při práci v kontrolovaném pásmu na Jaderné elektrárně Temelín.

ABSTRAKT

Při činnostech v kontrolovaném pásmu Jaderné elektrárny Temelín jsou nutná určitá opatření s ohledem na možná rizika v souvislosti s ionizujícím zářením. Jsou to především požadavky na ochranné pomůcky pro jednotlivce či pracovní skupiny. Zásady a metody skladování materiálu a technologie přímo na pracovišti i mimo něj. Nutné a nevyhnutelné vnášení a vynášení předmětů přes hranici kontrolovaného pásma, ať se to týká náradí, nebo části technologie určené k opravě či revizi. Na pracovišti vzniká různorodý odpad, který je zapotřebí dočasně ukládat, třídít a následně předat pracovníkům zabývajícím se likvidací tohoto odpadu.

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat stávající metody a způsoby prováděné při činnostech v kontrolovaném pásmu. Ověřit spolehlivost a dostatečnost stávajících opatření a postupů. Na základě provedené analýzy případně navrhnout opatření pro zlepšení podmínek při práci v kontrolovaném pásmu.

Na základě studia odborných zdrojů a příslušných právních předpisů byla vypracována teoretická část.

V praktické části byla provedena analýza několika modelových činností, které přicházejí v úvahu v kontrolovaném pásmu na Jaderné elektrárně Temelín. V těchto modelových činnostech byly kombinovány různé změny s ohledem jak na prostředí na pracovišti (zdroj ionizujícího záření, povrchová kontaminace atd.), tak i různé typy prací (broušení, řezání, svařování atd.). Nebyly opomenuty ani způsoby nakládání s odpady, nebo transporty technologie či náradí přes hranici kontrolovaného pásma.

Na základě provedené analýzy je možné konstatovat, že nebyly shledány žádné vážnější nedostatky či rezervy ohledně využívaných opatření na rizika spojená s činností

v kontrolovaném pásmu. Opatření jsou nejen plně funkční, ale kvalitou na vysoké úrovni. Zároveň se nedá přehlédnout u pracovníků radiační kontroly neustálá snaha o hledání rezerv a zlepšení, především díky získaných nových poznatků a zkušeností z provozu tohoto jaderně energického zařízení.

Klíčová slova: kontrolované pásmo, povrchová kontaminace, transporty, radioaktivní odpad

Hazards at Work in Temelín NPP Radiation Controlled Area.

ABSTRACT

During activities in controlled area of Nuclear Power Plant Temelín it is necessary to take certain measures with regard to the risks associated with ionizing radiation. These are primarily the requirements for protective equipment for individuals or workgroups. Principles and methods of storage material and technology, both at the workplace and outside. Necessary unavoidable introduction and salvaging objects across the boundary of the controlled area, whether it is tools or parts of the technology to be repaired or revised. At the workplace, there is a diverse waste that needs to be temporarily stored, sorted, and then passed to the workers involved in the disposal of this waste.

The aim of this bachelor theses was to analyse existing methods and techniques used in operations in controlled areas, to check the reliability and adequacy of existing measures and procedures. Based on the performed analysis to propose measures to improve conditions for work in controlled area.

Based on the study of expert resources and relevant legislation the theoretical part was developed.

In the practical part, an analysis of several model activities that come into consideration in the controlled area of the Nuclear Power Plant Temelín was performed. Various changes were combined at the model activities with respect to both the workplace environment (source of ionizing radiation, surface contamination etc.) and various types of work (grinding, cutting, welding etc.). Also, methods of waste management, transports of technology or tools across the boundary of the controlled area were not omitted.

Based on the analysis, it is possible to state that there were no serious deficiencies or reserves found in the measures used to prevent the risks related to the activities in the

controlled area. The measures are not only fully functional, but the quality is at a high level. Also, we can not miss continuous effort of radiation control personnel to search for reserves and improvement, mainly due to acquired knowledge and experience in operation of the nuclear energetic device.

Keywords: controlled area, surface contamination, transports, radioactive waste

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí práce Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D. za trpělivost, energii a především za odborné vedení v průběhu tvorby práce. Dále děkuji Mgr. Juraji Papanovi a Petru Werbynskému za cenné rady a poskytnuté materiály.

OBSAH

ÚVOD	10
1 TEORETICKÁ ČÁST	11
1.1 Legislativa	11
1.2 Vstup do Jaderné elektrárny Temelín	12
1.3 Kontrolované pásmo	12
1.4 Ochrana před ionizujícím zářením	16
1.4.1 Ochranné pomůcky pro činnosti v KP	16
1.4.2 Program monitorování	18
1.4.3 Základní způsoby ochrany před ozářením	22
1.4.4 Principy radiační ochrany	24
1.5 Vnášení a vynášení předmětů z KP	26
1.6 Nakládání s odpady v KP	28
1.6.1 Prvotní shromažďování a třídění odpadu	28
1.6.2 Druhotné měření a třídění	30
2 CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY	31
3 METODIKA	32
4 VÝSLEDKY	33
4.1 Oprava potrubní trasy	33
4.1.1 Porovnání výsledků opravy potrubní trasy	33
4.1.2 Oprava potrubní trasy za rok 2014	34
4.1.3 Oprava potrubní trasy za rok 2015	35
4.1.4 Oprava potrubní trasy za rok 2016	36
4.2 Transporty elektromotorů z KP	37
4.2.1 Porovnání výsledků transportů elektromotorů z KP	38
4.2.2 Transporty elektromotorů z KP za rok 2014	39
4.2.3 Transporty elektromotorů z KP za rok 2015	40
4.2.4 Transporty elektromotorů z KP za rok 2016	41
4.3 Pevný radioaktivní odpad v KP	42
4.3.1 Porovnání výsledků pevného radioaktivního odpadu	43

4.3.2	<i>Pevný radioaktivní odpad za rok 2014</i>	45
4.3.3	<i>Pevný radioaktivní odpad za rok 2015</i>	45
4.3.4	<i>Pevný radioaktivní odpad za rok 2016</i>	46
5	DISKUSE	47
5.1	Oprava potrubní trasy.....	47
5.2	Transporty elektromotorů z KP.....	50
5.3	Pevný radioaktivní odpad v KP.....	51
5.4	Odpovědi na výzkumné otázky	53
6	ZÁVĚR.....	55
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	56
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	60
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	61

ÚVOD

V současné době provozuje společnost ČEZ a.s. v České republice čtyři výrobní bloky s reaktory VVER 440/213 v Jaderné elektrárně Dukovany a dva výrobní bloky VVER 1000/320 v Jaderné elektrárně Temelín. Předložená bakalářská práce se zaměřuje na Jadernou elektrárnu Temelín (ETE), která je provozována již sedmnáct let, a je významným energetickým zdrojem. S provozem ETE souvisí činnosti vykonávané v kontrolovaném pásmu, kde dochází k profesnímu ozáření radiačních pracovníků zdroji ionizujícího záření. Kontrolované pásmo má přesně stanovené legislativní podmínky pro jeho vytyčení, zajištění radiační ochrany a pravidla pohybu osob. V této práci budu analyzovat modelové činnosti realizované v kontrolovaném pásmu a s tím spojená rizika.

Cílem bakalářské práce je na základě posuzovaných modelových případů analyzovat kvalitu úrovně radiační ochrany, objektivně zhodnotit již prováděná opatření pro minimalizaci daných rizik. Identifikovat případné nedostatky, případně hledat možná zlepšení. Konkrétní aplikovaná opatření jsou upřesněna tzv. režimovými opatřeními radiační ochrany.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Na základě studia odborných zdrojů a příslušných právních předpisů je vypracována teoretická část bakalářské práce.

1.1 Legislativa

Nová legislativa spojená s provozem jaderného zařízení přináší v oblasti radiační ochrany poměrně hodně změn, a to především z toho důvodu, že transponuje novou evropskou legislativu – tedy direktivu 2013/59/Euratom, která v sobě zahrnuje nové doporučení ICRP (International Commission on Radiological Protection) z roku 2007, které přineslo zcela novou terminologii a mnoho dalších změn v systému radiační ochrany (ICRP, 2007; Petrová, 2017).

V České republice dne 1. ledna 2017 vešel v platnost nový zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon (dále jen atomový zákon), který nahradil většinu ustanovení zákona č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření. Nový atomový zákon akceptuje požadavky současného mezinárodního práva a také transponuje nové evropské směrnice. Tento zákon zejména zpřesňuje některé technické požadavky a pravidla pro provoz stávajících jaderných elektráren a pravidla pro uvádění nových bloků do provozu (Vojíková, 2016).

Prováděcí vyhlášky k novému atomovému zákonu jsou zmíněny s ohledem na tuto bakalářskou práci dvě:

- vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje;
- vyhláška č. 360/2016 Sb., o monitorování radiační situace.

Systém vnitropodnikové dokumentace

K zajištění radiační ochrany v ETE slouží provozní dokumentace, která je tvořena směrnicemi, postupy, metodikami, provozními instrukcemi, programy a předpisy. U těchto dokumentů se uvádí typ, pořadové číslo a aktuální revize. Během provozu jaderného zařízení jsou získávány nové poznatky, průběžně modifikovány konkrétní činnosti a postupy. Také dochází k modernizaci přístrojového vybavení a změnám v organizační struktuře firmy. Z těchto důvodů je zapotřebí jednotlivé dokumenty pravidelně revidovat (Koláček a kol., 2013; Urbančík, 2014).

1.2 Vstup do Jaderné elektrárny Temelín

Jaderná elektrárna Temelín se územně dělí na areál a odloučená pracoviště (Hněvkovice, Kořensko). V areálu se nachází mimo jiné několik budov (školicí středisko, šatny) a střežený prostor podléhající přísným bezpečnostním podmínkám. Jedna z povinností držitele povolení je tento střežený prostor zabezpečit, což na ETE momentálně zajišťuje bezpečnostní agentura G4S. Oprávnění pro samostatný vstup do střeženého prostoru na ETE získají pouze osoby, které splňují následující podmínky:

- předloží Výpis z trestného rejstříku bez záznamu;
- úspěšně absolvují Psychologické vyšetření;
- úspěšně absolvují Vstupní školení;
- předloží Žádost o přidělení identifikační karty (IK).

1.3 Kontrolované pásmo

Na pracovišti se zdrojem ionizujícího záření, kde lze předpokládat, že by efektivní dávka mohla být vyšší než 6 mSv ročně nebo že by ekvivalentní dávka mohla být vyšší než tři desetiny limitu pro radiačního pracovníka pro kůži anebo končetiny nebo 15 mSv pro oční čočku, je držitel povolení povinen vymezit kontrolované pásmo, dokumentovat jeho provoz a zajistit radiační ochranu fyzické osoby do něj vstupující (Euratom, 2013; zákon č. 263/2016 Sb.).

Obecné podmínky pro vstup do KP

Podle atomového zákona se k výkonu práce v KP ČEZ, a. s., zařazují pouze radiační pracovníci kategorie „A“. Jiné osoby, než radiační pracovníci kategorie „A“, mohou v KP pracovat jen výjimečně za účelem provedení nezbytně nutné a nepravidelné činnosti, a to pod dohledem zajišťujícím naplnění podmínek vstupu. Útvar radiační ochrany omezuje jejich ozáření pomocí směrných hodnot. Při uplynutí platnosti některé z kvalifikačních podmínek radiačního pracovníka je na konci běžného měsíce automaticky zamezen výdej osobních dozimetrických prostředků a tím zároveň i vstup do KP. V případě porušení zásad radiační ochrany může být oprávnění vstupu do KP radiačnímu pracovníku okamžitě, nebo po prošetření, odebráno pracovníkem útvaru radiační ochrany, v závislosti na závažnosti zjištěného přestupku. Zahraniční pracovníci nemluvící plynule česky smí vstupovat a vykonávat pracovní činnosti v KP pouze v trvalé přítomnosti osoby schopné tlumočit (ČEZ a.s., 2015a; zákon č. 263/2016 Sb.).

Držitel povolení vymezující kontrolované pásmo je dle zákona č. 263/2016 Sb., §73, odst. 2 povinen neprodleně oznamovat Státní úřad jaderné bezpečnosti (SÚJB):

- *„vymezení kontrolovaného pásma,*
- *změnu vymezení kontrolovaného pásma,*
- *zrušení kontrolovaného pásma“.*

Vyhláška č. 422/2016 Sb., §46, odst. 1 říká, že kontrolované pásmo musí být vymezeno jako část pracoviště:

- *„ucelená a jednoznačně určená,*
- *stavebně oddělená, je-li to prakticky proveditelné,*
- *se zajištěním proti vstupu nepovolané fyzické osoby“.*

Kontrolované pásmo musí být na vchodu nebo ohrazení označeno dle vyhlášky č. 422/2016 Sb., §46, odst. 2:

- *„znakem radiačního nebezpečí,*
- *upozorněním „Kontrolované pásmo se zdroji ionizujícího záření, nepovolaným vstup zakázán“,*

- *údaji o charakteru zdroje ionizujícího záření a rizika s ním spojeného“.*

Kontrolované pásmo musí být vymezeno v rozsahu zahrnujícím všechna pracovní místa, kde nelze vyloučit, že (vyhláška č. 422/2016 Sb., §46, odst. 3):

- *„průměrný příkon prostorového dávkového ekvivalentu na pracovním místě může být za kalendářní rok vyšší než 2,5 $\mu\text{Sv/h}$,*
- *součet součinů objemových aktivit jednotlivých radionuklidů v ovzduší na pracovišti a konverzních faktorů h_{inh} pro příjem vdechnutím radiačním pracovníkem může být v průměru za rok větší než 2,5 $\mu\text{Sv/m}^3$,*
- *povrchová kontaminace na pracovním místě může být vyšší než hodnoty plošné aktivity stanovené v příloze č. 18 ve vyhlášce č. 422/2016“.*

Plánky a seznam místností kontrolovaného pásma ETE jsou zpracované ve vnitropodnikovém dokumentu ČEZ_SD_0026, kde do tohoto ohraničeného a uzavřeného prostoru lze vstoupit standardně pouze přes kontrolovaný vstup a hygienickou smyčku. Kontrolovaný vstup je důležitý bezpečnostní prvek z hlediska zajištění proti vstupu nepovolaným osobám. Hygienická smyčka slouží především jako bariéra proti možnému vnesení radioaktivní kontaminace mimo kontrolované pásmo.

Kontrolované pásmo ETE je vymezeno v následujících budovách:

- první hlavní výrobní blok (1. HVB) a druhý hlavní výrobní blok (2. HVB) „reaktorovna“;
- budova aktivních pomocných provozů (BAPP) 01 (dílny), BAPP 02 (šatny a laboratoře), BAPP 03 (čistící stanice);
- spojovací mosty mezi 1. HVB, 2. HVB a BAPP;
- sklad vyhořelého jaderného paliva (SVJP).

Činnosti v kontrolovaném pásmu

Z důvodu vysokých požadavků na bezpečnost jaderného zařízení, umožňuje legislativa činnosti spojené s provedením opravy, údržby nebo jiné práce na zařízení ETE pouze na základě pracovního příkazu (P-příkaz). Při činnosti v kontrolovaném pásmu je vedle pracovního příkazu nutný R-příkaz.

P-příkaz je pracovní dokument, obsahující jeden či více samostatných úkolů, který obsahuje detaily a instrukce pro konkrétní činnost. Jedná se o smluvní vztah mezi zadavatelem (objednavatelem) a zhotovitelem (dodavatelem). Prostřednictvím jednotlivých úkolů P-příkazu jsou zadávány úkoly (požadavky) zajišťující potřebné činnosti údržbového, kontrolního nebo úklidového charakteru. Jednotlivé úkoly P-příkazu jsou zároveň nositeli záznamů o průběhu a hodnocení prací či nákladech na činnost. Úkol P-příkazu je rovněž dokumentem, na němž jsou autorizovány jednotlivé procesy údržby zařízení (předání a převzetí úkolu P-příkazu a pracoviště při zahájení i dokončení práce). Jedná se tak o nejdůležitější komunikační dokument údržby (ČEZ a.s, 2016a).

R-příkaz je bezpečnostní dokument pro výkon prací v prostředí ionizujícího záření. V tomto dokumentu se nachází důležité údaje pro zajištění radiační ochrany pracovníků. Mezi tyto údaje patří informace o povolené dávce a době práce pro každého jednotlivého pracovníka, dále pokyny k použití ochranných pracovních pomůcek, popis konkrétních ochranných opatření a údaj o aktuální radiační situaci pracoviště (ČEZ a.s., 2016b).

R-příkaz je používán v přímé vazbě na rozdělení vnitřních prostor v KP dle úrovně příkonu dávkového ekvivalentu do čtyř barevných kategorií (zón):

- zelená (do 25 $\mu\text{Sv/h}$);
- žlutá (od 25 $\mu\text{Sv/h}$ do 250 $\mu\text{Sv/h}$);
- oranžová (od 250 $\mu\text{Sv/h}$ do 1 000 $\mu\text{Sv/h}$, možná kontaminace ploch nebo ovzduší);
- červená (od 1 000 $\mu\text{Sv/h}$, možná kontaminace ploch nebo ovzduší).

V ETE jsou používány tři druhy R-příkazu, kdy rozdílnost souvisí s místem a povahou vykonávané činnosti. Dle metodiky ČEZ_ME_0429r06z1 jsou základními druhy R-příkazu typový, obyčejný a zvláštní.

1.4 Ochrana před ionizujícím zářením

Ochrana před ionizujícím zářením spočívá především ve správném užívání ochranných pomůcek, v programu monitorování, v základních způsobech a principech radiační ochrany.

1.4.1 Ochranné pomůcky pro činnosti v KP

Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP) slouží k ochraně osob, při jejich činnostech v KP. Podle svého druhu a použití poskytují ochranu nejen proti povrchové kontaminaci částí těla, ale i ochranu před průnikem radioaktivních látek do organismu, tedy chrání osoby proti vnitřní kontaminaci. Přidělené OOPP musí poskytovat dostatečnou ochranu proti příslušnému riziku, a jejich používání nesmí způsobovat další rizika. OOPP musí odpovídat podmínkám na pracovišti, vyhovovat ergonomickým a hygienickým požadavkům a vyhovovat tělesným a zdravotním požadavkům osob (Brounková, 2013; Koláček, 2013).

Základní ochranné pomůcky

Při pobytu v KP používají všechny osoby, včetně účastníků základních školení a osob na mimořádné povolení podle ČEZ_ME_0431, základní OOPP, které jsou uvedeny níže. Odběr základních OOPP je samoobslužný v nečistých šatnách BAPP (3., 4., 5., 6. a 8. podlaží). Použité OOPP se ukládají do skříněk v nečistých šatnách BAPP nebo se před výstupem z KP odhazují do sběrných pytlů. OOPP, boty a přilby pro KP se nesmí vynášet z KP HVB a BAPP. Při pobytu v KP musí být OOPP zapnuté až ke krku (kombinézy, košile) a nesmí se vyhrnovat rukávy a nohavice (Brounková, 2013).

Mezi základní vybavení OOPP patří:

- ochranný oděv (kombinéza);
- spodní prádlo, tričko nebo tílko;
- ponožky, obuv;
- ochranná přilba.

Doplňkové ochranné pomůcky

Každá osoba vstupující do KP je povinna posoudit riziko kontaminace, riziko uvolnění aktivity do ovzduší (aerosoly, plyny) a riziko potřísnění médiem z technologie. Tato rizika musí před prací zkonzultovat s pracovníky radiační ochrany provozu a vyžádat si vhodné doplňkové OOPP. Doplňkové OOPP se dále přidělují podle pokynů v R-příkazu, podle charakteru práce, podle aktuální radiační situace a podle situace, která může při práci nastat (prašnost, vznik aerosolů, únik aktivního média, rozšíření kontaminace aj.). Doplňkové OOPP se musí používat podle návodu k použití uvedeném výrobcem. Pracovníci radiační ochrany provozu mají pravomoc nařídít použití doplňkových OOPP podle aktuální radiační situace. Při nejasnostech o použití doplňkových OOPP jsou uživatelé povinni se informovat u pracovníků radiační ochrany provozu. Doplňkové OOPP se používají pouze pro určenou činnost a jen v určených prostorech. Zejména je zakázáno používat rukavice mimo určené pracoviště. Pokud pracovník opomene sundat použité rukavice, může roznést kontaminaci na kliky dveří, zábradlí, žebříky apod. (Brounková, 2013; ČEZ a.s, 2015b).

V seznamu vybavení doplňkovými OOPP se nalézají:

- návleky na boty, rukavice;
- respirátory, masky + filtry, plastové štíty;
- ochranné obleky TYVEK;
- gumové holínky, plastové kalhoty, zástěry.

Speciální ochranné pomůcky

Mezi speciální ochranné pomůcky, které v případě potřeby jsou předepsány pracovníky radiační kontroly v R-příkazu, patří:

- skafandr;
- stínící kryty a stínící štíty;
- dálkové manipulátory.

1.4.2 Program monitorování

Program monitorování na ETE spočívá v cíleném měření veličin charakterizujících záření za účelem zajištění optimální úrovně ochrany osob a pracovního prostředí před škodlivými účinky ionizujícího záření (Ullmann, 2009).

Osobní monitorování

Podle vyhlášky č. 422/2016 Sb., se k osobnímu monitorování v §36 v odstavci 2 píše: „*Provozovatel kontrolovaného pásma, ve kterém externí pracovník vykonává činnost, musí zajistit v souladu s programem monitorování pro jeho kontrolované pásmo vyhodnocení osobní dávky obdržené externím pracovníkem při vykonávání činnosti v jeho kontrolovaném pásmu. Vyhodnocenou dávku musí zaznamenávat průběžně, nejdéle však v jednoměsíčních intervalech, do části B osobního radiačního průkazu externího pracovníka*“.

Osobní monitorování se provádí k určení osobních dávek sledováním, měřením a hodnocením individuálního zevního i vnitřního ozáření každého pracovníka. Pro všechny pracovníky v KP slouží k osobnímu monitorování osobní dozimetry, které měří všechny druhy ionizujícího záření podílející se na zevním ozáření. Na pracovištích, kde nelze vyloučit radiační nehodu v důsledku jednorázového zevního ozáření, musí být pracovník vybaven operativním dozimetrem. Ten je schopen přímo signalizovat překročení nastavené úrovně. V případě podezření, že došlo k neplánovanému jednorázovému ozáření pracovníka, neprodleně musí být provedeno vyhodnocení osobního dozimetru a dozimetrické hodnocení dané události. Pracovníkům musí být umožněn na vyžádání přístup k výsledkům svého osobního monitorování (Kolektiv autorů, 1998; vyhláška č. 422/2016 Sb.).

Monitorování pracoviště

Monitorování pracoviště se provádí sledováním, měřením, hodnocením a zaznamenáváním veličin a parametrů charakterizujících pole ionizujícího záření

a výskyt radionuklidů na pracovišti. Především se jedná o monitorování příkonů dávkového ekvivalentu na pracovišti, objemových aktivit v ovzduší pracoviště a plošných aktivit na pracovišti (IAEA, 1999; ČEZ a.s, 2016c).

Pro vyhodnocení zaznamenaných veličin a parametrů při monitorování je stanovena referenční úroveň. Tato **referenční úroveň** je hodnota (kritérium), rozhodná pro určité předem stanovené postupy nebo opatření. Překročením referenční úrovně se rozumí neočekávaně (neplánovaně) zvýšené hodnoty příslušných měřených veličin nad tuto úroveň. **Záznamová úroveň** je referenční úroveň, jejíž překročení je údaj zaznamenáván a evidován. Odděluje hodnoty zasluhující pozornost od hodnoty bezvýznamných. Pojem **vyšetřovací úroveň** je referenční úroveň, jejíž překročení je podnětem k následnému šetření o příčinách a důsledcích zjištěného výkyvu sledované veličiny radiační ochrany. **Zásahová úroveň** je referenční úroveň, jejíž překročení je podnětem k zahájení určité činnosti nebo zavedení opatření ke změně zjištěného výkyvu sledované veličiny radiační ochrany (Kolektiv autorů, 1998; Holá, 2010; ČEZ a.s, 2016c).

Metody měření dozimetrických veličin

Měření beta, resp. gama a alfa aktivity směsi radionuklidů je vyjádřeno jako aktivita ^{90}Sr , resp. ^{137}Cs , ^{239}Pu , způsobující na daném měřidle stejnou odezvu. Spolehlivost měření aktivity je závislé na přítomnosti okolního záření v místě měření (pozadí). Měření se provádí způsobem přiložení detektoru k měřenému vzorku v definovaném geometrickém uspořádání. Hodnota aktivity se určí z četnosti impulsů způsobených v detektoru měřeným vzorkem. Příspěvek od pozadí je možné snížit vhodným uspořádáním měřicí aparatury a okolním stíněním (Raček, 2013; ČEZ a.s, 2016c).

Hlavní zásady měření aktivity:

- Před zahájením měření je důležité určit nejkratší možnou dobu měření. Tato doba se určí na základě požadavku dostatečné přesnosti stanovení měřené hodnoty aktivity a očekávané velikosti této hodnoty aktivity. Tato hodnota aktivity musí být vyšší než minimální detekovatelná aktivita při dané době měření.

- Před zahájením a po dokončení měření je nutné změřit pozadí.
- Pro zvýšení přesnosti výsledku (především pro určení nízkých hodnot) je zapotřebí opakovat měření počtu impulsů od vzorku cca 5 krát. Za výsledek lze považovat střední hodnotu z těchto měření.
- Pro hrubé měření aktivity otěrů s vysokou aktivitou se používá měření aktivity otěrového materiálu přímo ukazujícím přenosným přístrojem umístěným ve vzdálenosti 10 cm od otěru.

Měření povrchové kontaminace radionuklidů je vyjádřeno jako povrchová aktivita (povrchová kontaminace) ^{90}Sr způsobující na daném měřidle stejnou odezvu. Měření povrchové kontaminace (ze zařízení, z podlahy apod.) je vždy vztaženo ke konkrétnímu místu, ve kterém bylo prováděno toto měření. Vzhledem ke zvolenému místu měření se povrchová kontaminace může podstatně lišit. Povrchová kontaminace bývá obvykle větší v místech většího možného usazování radioaktivních látek (prohloubeniny, zdrsňený povrch), naproti tomu však vyhodnocení z těžce přístupných míst a nerovných povrchů (zářezy, zdrsňený povrch) podléhá větší chybě. V zásadě se rozlišují dvě metody měření. Metoda přímého měření a metoda měření otěru (ČEZ a.s, 2016c).

Metoda přímého měření povrchové kontaminace spočívá v přiložení účinné plochy detekční jednotky přímo ukazujícího přístroje ke kontrolovanému povrchu (nebo opačně), avšak bez vzájemného dotyku. Vzdálenost je potřeba přizpůsobit dosahu částic měřeného druhu záření. Měření povrchové kontaminace v místech s vyšším pozadím záření gama podléhá větší chybě. Z důvodu, kdy detekční jednotka registruje nejen záření vystupující z kontrolovaného povrchu, ale i zároveň z okolí. Příspěvek od pozadí je zapotřebí odečíst od hodnoty uvedené na měřicím přístroji. Týká se to i měření povrchů aktivovaných materiálů, kdy zdrojem pozadí je sám měřený materiál, příspěvek však odečíst nelze, nebo je to velmi obtížné. Tento způsob měření se využívá vždy, kdy tomu nebrání důvody uvedené výše (ČEZ a.s, 2016c).

Metoda měření povrchové kontaminace otěrem radioaktivních látek s povrchu spočívá v setření těchto látek na vhodný otěrový materiál. Poté následuje laboratorní vyhodnocení aktivity radioaktivních látek deponovaných na tomto otěrovém materiálu.

Účinnost setření je přímo závislé na fyzikálně-chemické povaze snímané látky, materiálu a reliéfu stíraného povrchu, druhu otěrového materiálu a tlaku stírání. Vhodným materiálem pro odběr vzorku je buničitá vata, filtrační papír nebo textilie. Materiál může být pro zvýšení účinnosti otěru zvlhčen vhodnou tekutinou, jako je například voda, kyselina citrónová nebo líh (ČEZ a.s, 2016c).

Měření dávkového příkonu záření gama je vyjádřeno jako dávkový příkon od ^{137}Cs způsobující na daném měřidle stejnou odezvu. Měření dávkového příkonu záření gama je vždy vztaženo ke zvolenému místu měření. Toto místo se nachází v poli zdroje ionizujícího záření. Znalost místa měření je velmi důležitá, protože dávkový příkon na tomto poli silně závisí (ČEZ a.s, 2016c).

Dávkový příkon v prostředí znamená takovou hodnotu dávkového příkonu v prostředí, kdy příspěvky dávkových příkonů od jednotlivých zdrojů záření (technologické zařízení) nepřispívají podstatně k této hodnotě. Pokud nelze tuto podmínku dodržet, je za dávkový příkon v prostředí považován dávkový příkon měřený v místě průchodu personálu. Pro praktické účely měření dávkových příkonů pro potřebu ochrany před ionizujícím zářením je nutné znát polohu pracovníka vůči zdroji záření. Toto lze ve většině případů odhadnout vzdáleností 0,5 m od zdroje záření (ČEZ a.s, 2016c).

Dávkový příkon způsobený zdrojem záření (technologickým zařízením, předmětem) znamená takovou hodnotu dávkového příkonu v prostoru, kdy lze příspěvek dávkového příkonu od ostatních zdrojů záření či okolního pozadí odečíst. Stanovení dávkového příkonu způsobeného zdrojem záření se provádí měřením za pomoci detektoru umístěného v poli ionizujícího záření způsobeného tímto zdrojem záření a mimo něj (znalost pozadí). Při požadavku stanovení dávkového příkonu pouze od zdroje záření se od hodnoty získané při měření v poli záření zdroje odečte hodnota od pozadí v místě měření. Hodnotu od pozadí v místě měření je nutné buď změřit v době, kdy v místě měření není ovlivněn tímto zdrojem záření nebo odhadnout pomocí úrovně pozadí ve srovnatelném místě. Při měření dávkových příkonů způsobených zdroji záření

(ne polem záření) je důležité věnovat pozornost úhlové citlivosti detekční jednotky (ČEZ a.s, 2016c).

Dávkový příkon měřený kontaktně na technologickém zařízení nebo předmětu znamená nejvyšší hodnotu dávkového příkonu od daného zařízení měřenou v těsné blízkosti tohoto zařízení. To znamená ve vzdálenosti, na kterou je dovoleno se s měřicím přístrojem přiblížit bez rizika jeho poškození. K této hodnotě většinou nepřispívají hodnoty dávkových příkonů od jiných technologických zařízení, proto lze na tento zdroj záření nahlížet jako na bodový. Tento způsob měření se využívá při vyhledávání zdrojů záření uvnitř předmětů nebo technologického zařízení (ČEZ a.s, 2016c).

Dávkový příkon ve vzdálenosti 0,1 m a 0,5 m od technologického zařízení nebo předmětu znamená nejvyšší hodnotu dávkového příkonu od daného zařízení měřenou v blízkosti tohoto zařízení. K této hodnotě většinou nepřispívají hodnoty dávkových příkonů od jiných technologických zařízení v místě měření. Tento způsob se využívá při posuzování celkové radiační situace předmětu (ČEZ a.s, 2016c).

Měření integrální dávky se provádí pomocí stabilně umístěných pasivních dozimetrů. Tyto pasivní dozimetry jsou umístěny na stabilních pozicích a zaznamenávají radiační dávku v příslušném prostoru. Měření slouží ke sledování trendů dávkových příkonů ve vybraných prostorách ETE (ČEZ a.s, 2016c).

1.4.3 Základní způsoby ochrany před ozářením

Radiační ochrana je systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření osob, životního prostředí a omezení následků nehod. Standardními metodami ochrany před ionizujícím zářením jsou postupy, které vychází z fyzikálních zákonů. Jedná se o ochranu časem, vzdáleností a stíněním. O těchto způsobech radiační ochrany se mluví jako o základních kamenech pro uplatňování principu optimalizace v praxi (Šáro, 1985; Klener, 2000).

Ochrana časem

Vychází se ze skutečnosti, že pracovní prostor je z hlediska radiační bezpečnosti charakterizován velikostí dávkového příkonu. Dávka, kterou pracovník během požadované činnosti obdrží, je dána součinem doby práce a dávkovým příkonem v daném prostředí. Zkrátíme-li činnosti v tomto prostředí, snížíme zároveň i tuto dávku. Proto se činnosti na nejvíce exponovaných místech omezí na nezbytně nutnou dobu, a s případnou možností střídání pracovníků (Klener, 2000).

Ochrana vzdáleností

Ionizující částice jsou z radionuklidových zdrojů emitovány izotropně, což znamená šíření všemi směry stejně. Dávka, respektive dávkový příkon klesá s druhou mocninou vzdálenosti od daného zdroje. Proto se dávka při větší vzdálenosti pracovníka od zdroje snižuje. V praxi to znamená, že budeme v rámci možností volit umístění pracoviště co nejdál od možného zdroje ionizujícího záření (Klener, 2000).

Ochrana stíněním

Tato ochrana je založena na principu, kdy mezi zdroj ionizujícího záření a pracoviště vložíme stínící vrstvu, která toto záření absorbuje. Důležitý aspektem je znalost druhu a místo zdroje tohoto ionizujícího záření. Pro každý druh ionizujícího záření existují jiné stínící materiály (Klener, 2000).

Stínění **alfa částice** je velmi jednoduché a nenákladné. Tato těžká nabitá částice má velmi krátké dolety, řádově v milimetrech. Ke stínění můžeme použít třeba list papíru, nebo základní OOPP. Pro **beta záření** je zapotřebí použít dvouvrstvé stínění, z důvodu vznikajícího brzdného záření. První vrstva zachycující beta záření je z lehkého materiálu, druhá pak pohlcující brzdné záření je z těžkého materiálu. Nejvhodnějším materiálem pro odstínění **záření gama** jsou těžké materiály, jako je olovo nebo ochuzený uran. Z ekonomických důvodů se také používá voda či beton, jen je zapotřebí zvolit odpovídající vrstvu. Stínění **neutronů** je nejnáročnější proces, který se skládá ze třech částí. Nejprve musíme elektrony zpomalit (moderace), a k tomu použijeme látky

bohaté na vodík. Poté použijeme absorpční materiály, jako je bórová ocel nebo bórový beton. Nakonec musíme odstínit vzniklé gama záření vrstvou těžkých materiálů (Klener, 2000).

1.4.4 Principy radiační ochrany

Při ochraně pracovníků se zdroji ionizujícího záření, při plánovaných a schválených činnostech, se uplatňují tři základní principy. Je to princip zdůvodnění, optimalizace a limitování (Beneš, 1998).

Princip zdůvodnění

Při činnostech vedoucích k ozáření ionizujícím zářením je nutno zajistit, aby toto ozáření bylo zdůvodněno přínosem, který vyvažuje (spíše převažuje) rizika, která při této radiační činnosti vznikají. Všechny nové druhy radiačních činností musí být před prvním zavedením do praxe zdůvodněné z hlediska hospodářských, společenských nebo jiných přínosů, v porovnání s možným rizikem zdravotní újmy pracovníků. Zdůvodnění existujících druhů činností vedoucích k ozáření pracovníků musí být přehodnoceno, jsou-li získány nové a z radiační ochrany významné poznatky o jejich následcích (Hála, 1998; Koláček, 2012; ČEZ, a.s., 2015c).

Princip optimalizace

Tento princip optimalizace radiační ochrany se někdy označuje zkratkou **ALARA** ("As Low As Reasonably Achievable"), který lze přeložit jako „tak nízké, jak je rozumně dosažitelné“. V zákoně č. 263/2016 Sb., atomový zákon, §3, odst. 1, písm. c, se píše. „*Pro účely tohoto zákona se rozumí optimalizací radiační ochrany iterativní proces k dosažení a udržení takové úrovně radiační ochrany, aby ozáření fyzické osoby a životního prostředí bylo tak nízké, jakého lze rozumně dosáhnout při uvážení všech hospodářských a společenských hledisek*“.

Princip optimalizace je velmi důležitou "střední cestou" mezi podceňováním rizika na jedné straně a na druhé straně nesmyslnými požadavky na zajištění absolutní ochrany a nulových dávek, ať to stojí cokoli (Ullmann, 2009).

Princip limitování

Při činnostech s ionizujícím zářením je třeba omezovat ozáření osob tak, aby celkové ozáření způsobené za určité období nepřesahovalo stanovené limity. Bylo zavedeno několik druhů limitů ozáření. Jsou to obecné limity pro obyvatelstvo, limity pro radiační pracovníky, limity pro učně a studenty a odvozené limity. Limity obecně nemůžeme považovat za hodnoty oddělující radiační neškodnost od radiačního poškození, ale za určitou hranici, nad níž je riziko stochastických účinků z ozáření již nepřijatelné (Hála, 1998; Koláček, 2012; ČEZ, a.s., 2015c).

Ozáření osob musí být omezováno na takovou úroveň, aby nedošlo k překročení:

- Limitů ozáření (obecné limity, limity pro radiační pracovníky a limity pro učně a studenty).
- Odvozených limitů, které jsou pomocné kvantitativní ukazatele, vyjádřené v měřitelných veličinách. Slouží pro případ prokazování, že limity pro radiační pracovníky nebyly překročeny.
- Autorizovaných limitů, které jsou závazné kvantitativní ukazatele, dané jako výsledek optimalizace radiační ochrany. Buď pro určitou radiační činnost, nebo jednotlivý zdroj ionizujícího záření v příslušném povolení SÚJB.
- Limitů ozáření ve zvláštních případech (ozáření plodu u těhotných žen, při výjimečných pracích se zdroji ionizujícího záření).

Limity pro radiační pracovníky uvedené ve vyhlášce č. 422/2016 Sb., v §4, odst. 1:

- a) *„pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření 20 mSv za kalendářní rok nebo hodnota schválena Úřadem podle § 63 odst. 4 atomového zákona, nejvýše však 100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let a současně 50 mSv za jeden kalendářní rok,*

- b) pro ekvivalentní dávku v oční čočce 100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let a současně 50 mSv v jednom kalendářním roce,*
- c) pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm² kůže 500 mSv za kalendářní rok bez ohledu na velikost ozářené plochy a,*
- d) pro ekvivalentní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky 500 mSv za jeden kalendářní rok“.*

1.5 Vnášení a vynášení předmětů z KP

Při provozování jaderného zařízení dochází k poměrně velkému množství transportů různého materiálu a předmětů přes hranice kontrolovaného pásma. Tyto transporty mají přímou souvislost s radiační ochranou, proto byla vytvořena pro tuto činnost nezbytná pravidla. Tyto pravidla řeší jak atomový zákon, tak i vnitropodnikové řídicí dokumenty. V této práci byla pozornost věnována především na vynášení, respektive transportování předmětů z KP.

Při vynášení předmětů z KP mají pracovníci povinnosti (ČEZ a.s., 2014):

- samoobslužné měření
 - přeměřit při výstupu z KP všechny předměty osobního a pracovního charakteru;
 - přeměřit na předávacích místech z KP vybranou dokumentaci určenou mimo KP;
 - při zjištěné kontaminaci vynášených předmětů kontaktovat pracovníky radiační ochrany provozu.
- měření zajišťovaná pracovníky radiační ochrany provozu
 - vynášet předměty z KP pouze se souhlasem pracovníků radiační ochrany provozu;
 - předložit vynášené předměty ke kontrole pracovníkům radiační ochrany provozu;
 - připravit předmět k měření bez transportního obalu;
 - manipulovat s předmětem dle pokynů pracovníků radiační ochrany provozu;

- uvést své údaje a údaje o předmětu;
- potvrdit podpisem v Knize evidence předmětů z KP, uváděných do životního prostředí správnost údajů a svoji zodpovědnost za to, že s předmětem bude manipulováno podle těchto údajů;
- potvrdit podpisem v Knize vynášených předmětů, určených k vrácení do KP svoji zodpovědnost za to, že předmět bude vrácen do KP;
- dle nařízení pracovníků radiační ochrany provozu zajistit případnou dekontaminaci předmětu;
- pracovníci radiační ochrany provozu jsou oprávněni na základě měření radiační situace předmětu zakázat jeho vynesení z KP a nařídit podmínky jeho dalšího používání pouze v KP;
- pracovník vynášející předmět je oprávněn vyžádat si od pracovníků radiační ochrany provozu doklad k vynesení předmětu z KP.

Povinnosti pracovníků při vyvážení předmětů do/z KP na vozidle (ČEZ a.s., 2014):

- pracovník vyvážející předmět zodpovídá za:
 - přistavení vozidla jen na dobu nezbytně nutnou pro naložení nebo vyložení nákladu;
 - přistavení vozidla, jehož plocha je suchá a je způsobilá pro kontrolu radiační situace;
 - umožnění řádné kontroly radiační situace při nakládce předmětů určených pro vývoz z KP.
- zúčastněné osoby na nakládce, kromě řidiče, mají přístup do prostoru pro naložení nebo složení nákladu pouze přes hygienické smyčky.

1.6 Nakládání s odpady v KP

Odpady, které vnikají v KP na ETE je zapotřebí třídit dle níže uvedených kritérií. Na třídění se podílí Útvar odpady a dekontaminace ETE a pracovníci, kterým odpad vznikl.

1.6.1 Prvotní shromažďování a třídění odpadu

Shromažďování odpadů v KP probíhá na sběrných místech vložím odpadu do obalových souborů, a následné předáním obsluze na předávacích místech.

Sběrná místa jsou označena a vybavena

- **Drobný odpad** – PE pytel žluté barvy, eventuelně bezbarvý umístěný ve stojanu s označením „Drobný odpad“.
- **Drobný kovový odpad** – kovový soudek o objemu 50 l s označením „Drobný kovový odpad“.
- V místech vzniku odpadů se zvýšeným obsahem radionuklidů (práce na R-příkaz vždy) jsou sběrná místa doplněna stojany s PE pytli červené barvy.

Měření RaS od odpadu na trvalých sběrných místech, je prováděno trvale instalovanými detektory ionizujícího záření s dálkovým přenosem informace na dozornu radiační kontroly umístěným v bezprostřední blízkosti sběrného místa. Tam, kde není instalováno stabilní měření, je měření prováděno přenosným přístroji při obchůzce pracovníků radiační ochrany provozu minimálně 1 x za směnu (ČEZ a.s., 2011).

Sběrná místa jsou zřizována jako

- **Trvalá** sběrná místa zřizuje Útvar odpady a dekontaminace ETE.
- **Dočasná** sběrná místa jsou zřizována rovněž útvarem odpady a dekontaminace a to na základě požadavku dílčích původců. Vedoucí dočasně zřizovaného pracoviště, odpovídá za vybavení, označení a předávání odpadu k likvidaci na předávacích místech, úklid, zrušení a vrácení zapůjčeného vybavení. Potřebné vybavení

sběrného místa je vydáváno na předávacích místech a ve stanovených hodinách. O vydání či vrácení vybavení je vedena evidence (ČEZ a.s., 2011).

Prvotní třídění podle aktivity

Dílčí původce zařazuje vytříděný odpad podle aktivity do těchto skupin (ČEZ a.s., 2011):

- **Kontaminované** – odpad vzniklý na R-příkaz uložen do červených pytlů. Tříděný odděleně zvlášť drobný nekovový, drobný kovový, skelnou vatu nebo další druh odpadu vzniklého ve větší míře. Takto nahrubo přetříděný kontaminovaný odpad bude ještě dotříděn na předávacím místě.
- **Nekontaminované** – odpad vzniklý mimo R-příkaz uložen na sběrném místě do žlutého, nebo bezbarvého pytle v případě drobného nekovového. U drobného kovového odpadu, uložen do plechového označeného soudku.

Prvotní třídění podle druhu

- Drobný nekovový – textil, papír, osobní ochranné pomůcky, zbytky skelné vaty, folie, plasty, vložky VZT filtrů kousky dřeva, betonu, cihel do velikosti 20 x 20 x 20 cm, sklo z laboratoří uložené na sběrné místo (ČEZ a.s., 2011).
- Drobný kovový – hmotnost do 3 kg = odřezky, drobné součásti, dráty, kabely uložené na sběrné místo do plechového soudku (ČEZ a.s., 2011).

Sběrná místa

Trvalá sběrná místa zřizuje Dodavatel na základě požadavku Útvaru odpady a dekontaminace ETE. Jsou rozmístěna dle seznamů SZ_B09_435_02 – Seznam sběrných míst pevných odpadů v KP ETE. Obsluha sběrných míst (vyprazdňování, kontrola, doplnění, měření radiační situace) je zajištěna dodavatelskou organizací.

Dočasná sběrná místa zřizuje, na základě aktuální potřeby po projednání s pověřeným pracovníkem Útvaru odpady a dekontaminace ETE, vedoucí dočasně zřizovaného pracoviště. Vedoucí pracoviště zodpovídá za zapůjčené vybavení, označení a předávání

odpadu k likvidaci na předávacích místech, úklid, zrušení a vrácení zapůjčeného vybavení. Potřebné vybavení sběrného místa je vydáváno na předávacích místech, ve stanovených hodinách. O vydání či vrácení vybavení je vedena adresná a konkrétní evidence. Tato dočasná sběrná místa budou řádně označena zřizovatelem (ČEZ a.s., 2011).

V případě, že se v KP vyskytne odpad, u kterého není zřejmý původce odpadu, odstranění zajistí Dodavatel na základě P-příkazu vystaveného Útvarem odpady a dekontaminace ETE (ČEZ, a.s., 2010; ČEZ a.s., 2011).

Prvotní měření odpadu

Prvotní měření odpadu po svozu na předávací místo provádí Dodavatel ručním měřicím přístrojem. Svezený odpad se třídí na odpad určený pro měření před uvolněním do životního prostředí a radioaktivní odpad (ČEZ a.s., 2011).

1.6.2 Druhotné měření a třídění

Druhotné měření odpadů se provádí dle dokumentu OTNP 075. Část odpadu určená pro uvolnění do životního prostředí je transportována do Jaderné elektrárny Dukovany a podrobena úřednímu měření aktivity. Vyhovující podíl odpadu je klasifikován podle katalogu odpadů a poté předán oprávněné osobě k odstranění (ČEZ a.s., 2011).

Skladování pevných radioaktivních odpadů

Skladování pevných radioaktivních odpadů se řídí provozním předpisem OTNP 075. Odpady jsou skladovány buď volně v PE pytlích, nebo ve 200 l sudech značky MEVA (ČEZ a.s., 2011).

2 CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je analyzovat stávající metody a způsoby prováděné při činnostech v kontrolovaném pásmu Jaderné elektrárny Temelín. Ověřit spolehlivost a dostatečnost stávajících opatření a postupů především s ohledem na radiační ochranu.

Výzkumné otázky

- Jaká je úroveň současných opatření při práci v kontrolovaném pásmu?
- Jaké mají rezervy tato opatření, a je možné navrhnout některá zlepšení?

3 METODIKA

Metodika spočívala zejména ve shromažďování informací z odborné literatury, příslušných právních předpisů a ve vnitropodnikové dokumentaci. Důležitým zdrojem informací byl software PassPort AS (Asset Suite), ADS (Aktivní dotazovací systém) a SEOD (Systém elektronické osobní dozimetrie), dostupný pro zaměstnance ČEZ a.s. v datové síti v ETE.

PassPort, je softwarový prostředek pro podporu jednotného řízení a evidence činností v oblasti zajišťování údržby, logistiky a souvisejících procesů, v současné době pod názvem AS. Software **SEOD** je komplexní elektronický systém, zahrnující agendu osobního monitorování radiačních pracovníků včetně údajů o měření osob v monitorech kontaminace, časech měření, jména osob, naměřené hodnoty kontaminace, délky pobytů v kontrolovaném pásmu, typy prováděných prací, čísla a názvy R-příkazů, obdržené dávky jednotlivých pobytů a další informace.

Byla provedena analýza několika modelových činností, které jsou významné především z hlediska radiační ochrany. Hlavním kritériem pro výběr modelových činností byla různorodost rizik, aktuálnost a realizace v KP ETE. Dále byly analyzovány trendy množství radioaktivních odpadů vznikajících v KP. Výsledky a trendy posuzovaných činností byly zpracovány za rok 2014, 2015 a 2016. Z důvodu velkého množství a druhu činností v KP, které nelze zpracovat do stanoveného rozsahu této bakalářské práce, byly zvoleny pouze některé, a rozděleny do tří modelových příkladů.

- První modelový příklad se týká výměny či opravy potrubní trasy v KP, kde dochází k rizikovým činnostem, mezi které patří řezání, broušení a svařování.
- Druhým modelovým příkladem jsou transporty technologie přes hranici z KP, v tomto případě transporty elektromotorů.
- Třetí modelový příklad porovnává množství a druh pevného radioaktivního odpadu, který se třídí a ukládá.

4 VÝSLEDKY

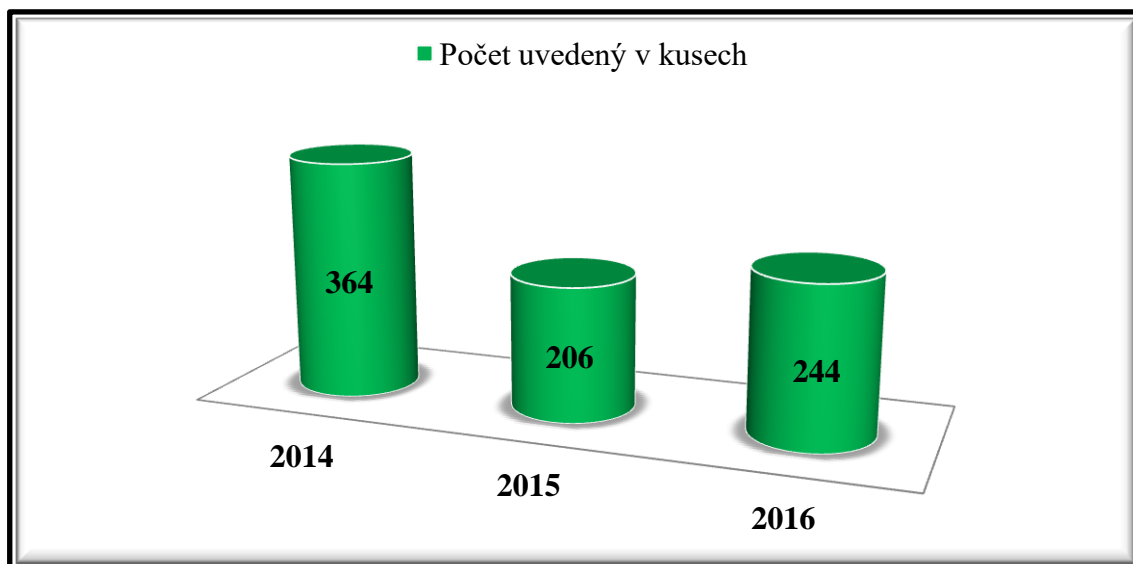
Výsledky analýzy všech tří modelových příkladů jsou uvedeny v meziročním porovnání, a následně rozděleny do jednotlivých roků 2014, 2015 a 2016.

4.1 Oprava potrubní trasy

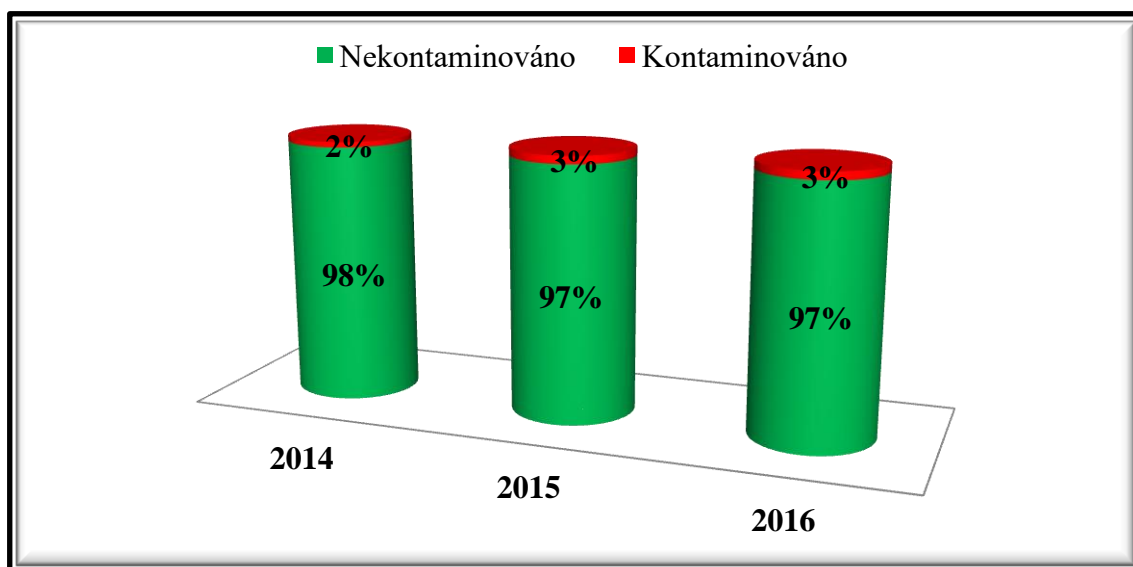
Z hlediska radiační ochrany jsou významné činnosti spojené s broušením, řezáním a svařováním technologie, které jsou součástí práce při opravě potrubní trasy.

4.1.1 Porovnání výsledků opravy potrubní trasy

Výsledky porovnání počtu měření pracovníků při průchodu z KP v daném roce při opravě potrubní trasy jsou znázorněny v obr. 1 a množství případů zjištěné povrchové kontaminace nad stanovenou referenční úroveň při této činnosti jsou uvedeny v obr. 2. Z těchto výsledků vyplývá velká nepravidelnost této činnosti ve sledovaném období. Za důležitou informaci považuji především vyrovnané množství (v procentech) zjištěné povrchové kontaminace pracovníků při popisované činnosti, za dané období (obr. 2).



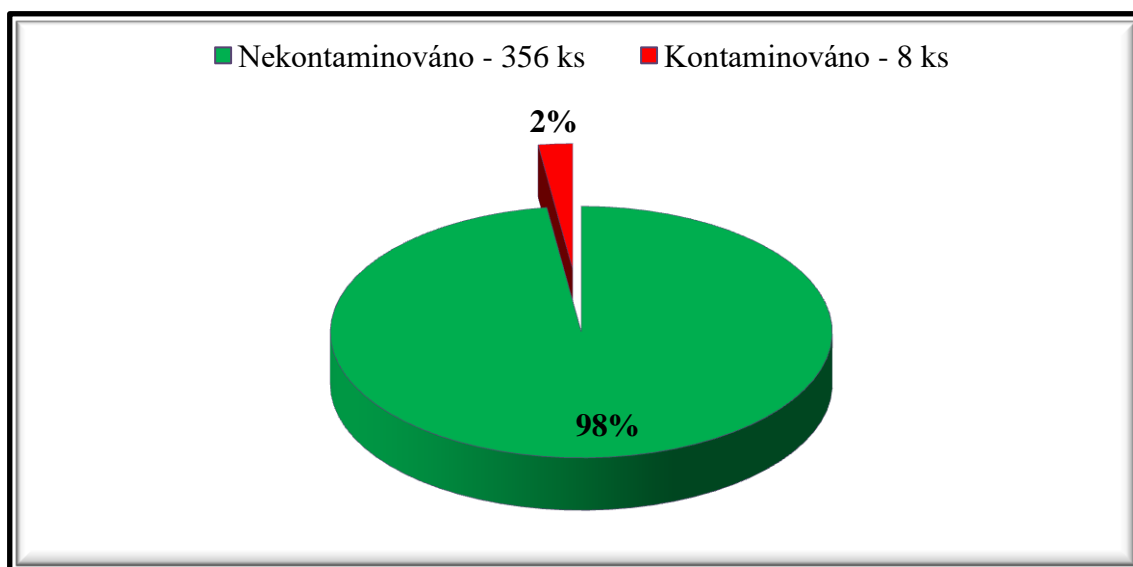
Obr. 1: Přehled počtu měření kontaminace pracovníků při výstupu z KP za sledované období (zdroj z interní dokumentace)



Obr. 2: Porovnání poměru případů zjištěné kontaminace pracovníků při výstupu z KP za sledované období (zdroj z interní dokumentace)

4.1.2 Oprava potrubní trasy za rok 2014

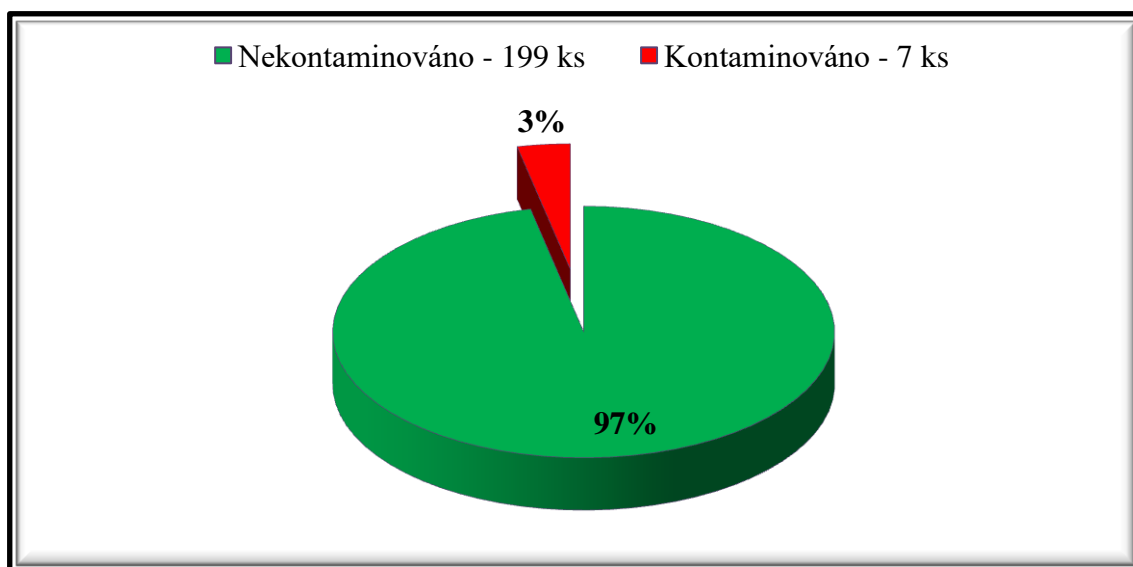
V roce 2014 bylo podle informací získaných v softwaru ADS evidováno 53 714 záznamů o průchodu z KP pracovníků pracujících na R-příkaz při veškerých činnostech na ETE. Z uvedených záznamů bylo pomocí filtrů zjištěno 364 záznamů, kdy se jednalo o činnost opravy potrubní trasy a tomu podobné činnosti. Znamená to 364 měření pracovníků v portálovém monitoru PCM-2 (Personnel Contamination Monitor) na přítomnost kontaminace při průchodů z KP. Z těchto 364 měření bylo zachyceno 8 pracovníků, kteří byli povrchově kontaminováni nad stanovenou referenční úroveň. Poměr kontaminovaných pracovníků k počtu záznamů o průchodu z KP v procentech znázorňuje obr. 3.



*Obr. 3: Poměr případů zjištěné kontaminace pracovníků při výstupu z KP za rok 2014
(zdroj z interní dokumentace)*

4.1.3 Oprava potrubní trasy za rok 2015

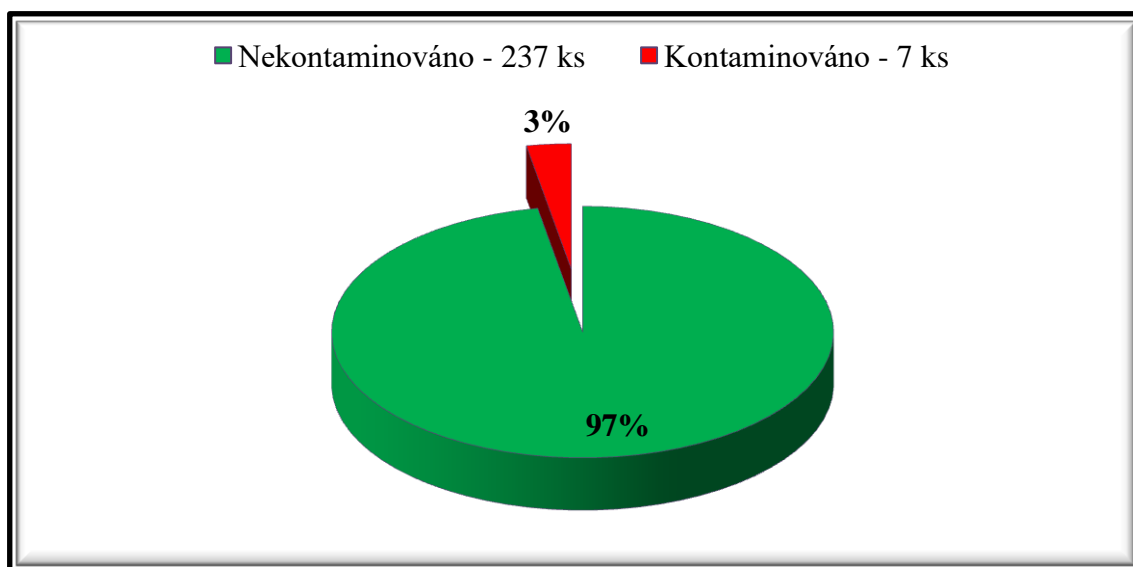
V roce 2015 bylo, za pomoci výše uvedeného softwaru, zjištěno 53 303 záznamů o průchodu z KP pracovníků pracujících na R-příkaz při veškerých činnostech na ETE. I když počet těchto záznamů je řádově stejný jako u předešlého roku, filtrováním bylo zjištěno pouze 206 záznamů, kdy se jednalo o činnost opravy potrubní trasy a tomu podobné činnosti. Z těchto 206 měření na povrchovou kontaminaci bylo zachyceno 7 pracovníků, kteří byli kontaminováni nad stanovenou referenční úroveň. Poměr kontaminovaných pracovníků k počtu záznamů o průchodu z KP v procentech je graficky znázorněn v obr. 4.



*Obr. 4: Poměr případů zjištěné kontaminace pracovníků při výstupu z KP za rok 2015
(zdroj z interní dokumentace)*

4.1.4 Oprava potrubní trasy za rok 2016

V roce 2016 bylo evidováno pouze 41 455 záznamů o průchodu z KP pracovníků pracujících na R-příkaz při veškerých činnostech na ETE. Z uvedených záznamů bylo filtrováním zjištěno 244 záznamů, kdy se jednalo o činnost opravy potrubní trasy a tomu podobné činnosti. Znamená to 244 měření pracovníků v portálovém monitoru PCM-2 na přítomnost kontaminace při průchodů z KP. Z těchto 244 měření bylo zachyceno 7 pracovníků, kteří byli povrchově kontaminováni nad stanovenou referenční úroveň. Poměr kontaminovaných pracovníků k počtu záznamů o průchodu z KP (obr. 5) byl v procentech téměř totožný, jako v předchozím roce.



Obr. 5: Poměr případů zjištěné kontaminace pracovníků při výstupu z KP za rok 2016
(zdroj z interní dokumentace)

4.2 Transporty elektromotorů z KP

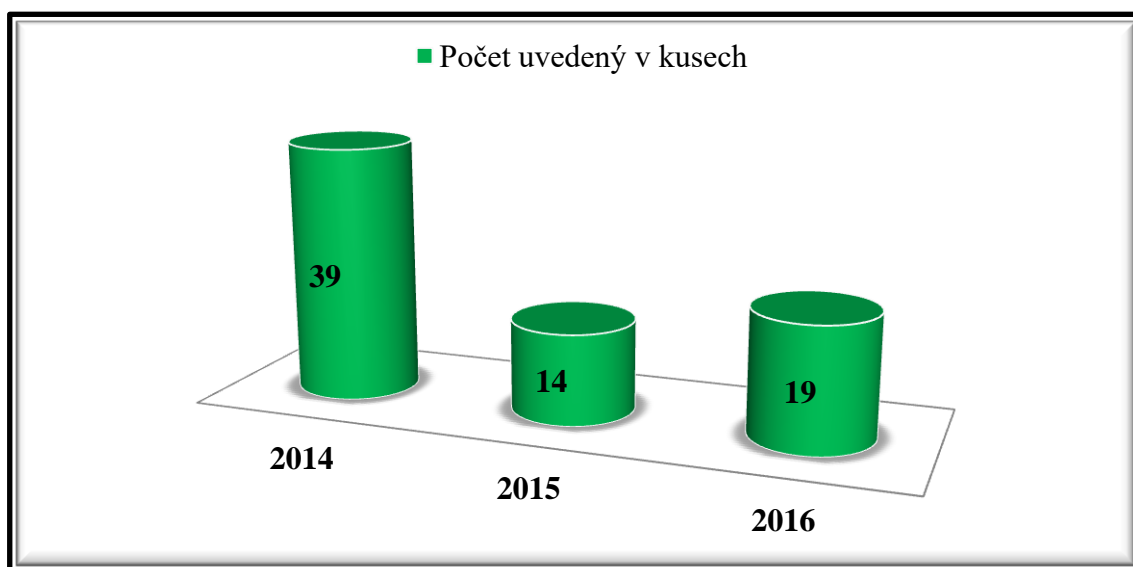
Pro analýzu transportů technologie či náradí přes hranici KP jsem zvolil transporty elektromotorů. Důležitým aspektem při volbě této činnosti byla především náročnost měření technologie na povrchovou kontaminaci a částečná vlastní zkušenost. Jedná se o technologii, která má poměrně velkou členitost povrchu (žebrování) a některá špatně přístupná místa (vrtule, kryt vrtule, svorkovnice) k měření této kontaminace. Kritéria pro posouzení této činnosti jsem stanovil tři. První podmínka je skutečná realizace transportu v daném roce, druhá stanovuje nutnost transportu přes hranici KP a třetí určuje realizaci této činnosti pracovní skupinou MOJZ. Pracovní skupina MOJZ je dodavatelskou organizací, které jsem byl donedávna součástí, a mám zde možnost k nahlédnutí do montážního deníku.

Hodnocení bylo závislé na zjištěné povrchové kontaminaci na hranici KP, tedy zda je předmět aktivní či neaktivní, a bude-li uvolněn do životního prostředí či nikoliv. Z důvodu nedůležitosti informace není brán zřetel na skutečnost, zda tyto elektromotory jsou určeny na opravu nebo výměnu za nové. Výsledkem je uvedený počet

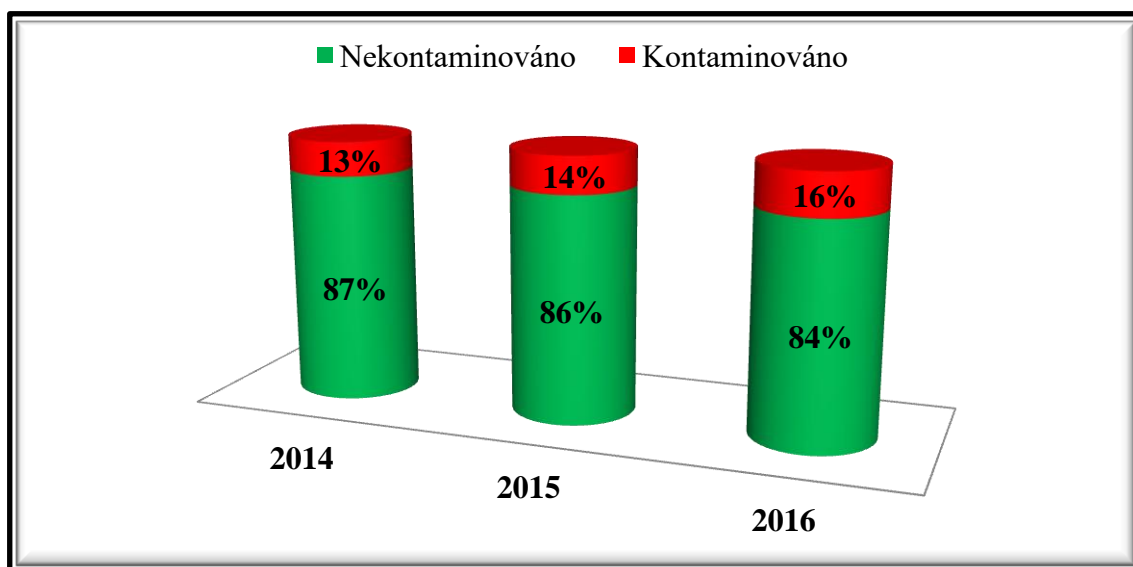
realizovaných transportů za sledované období a procentuální vyhodnocení povrchové kontaminace technologie. Na závěr je uvedeno porovnání počtu kontaminace mezi uvedenými roky.

4.2.1 Porovnání výsledků transportů elektromotorů z KP

I když počet transportovaných elektromotorů se každý rok poměrně liší (obr. 6), míra jejich kontaminace je procentuálně téměř stejná (obr. 7). Totožná jsou i místa s naměřenou povrchovou kontaminací nad stanovenou referenční úroveň, kdy se jednalo ve všech případech o vrtule či kryt vrtule. Dekontaminace těchto částí technologie, kterou provedl Útvar odpadů a dekontaminace ETE, byla relativně jednoduchá, z důvodu neporézního materiálu. Ve všech analyzovaných případech byla dekontaminace úspěšná a před uvolněním do životního prostředí byly tyto části přeměřeny ve stacionárním přístroji CRONOS.



Obr. 6: Počet transportovaných elektromotorů z KP za sledované období (zdroj z interní dokumentace)



Obr. 7: Porovnání kontaminace transportovaných elektromotorů z KP za sledované období (zdroj z interní dokumentace)

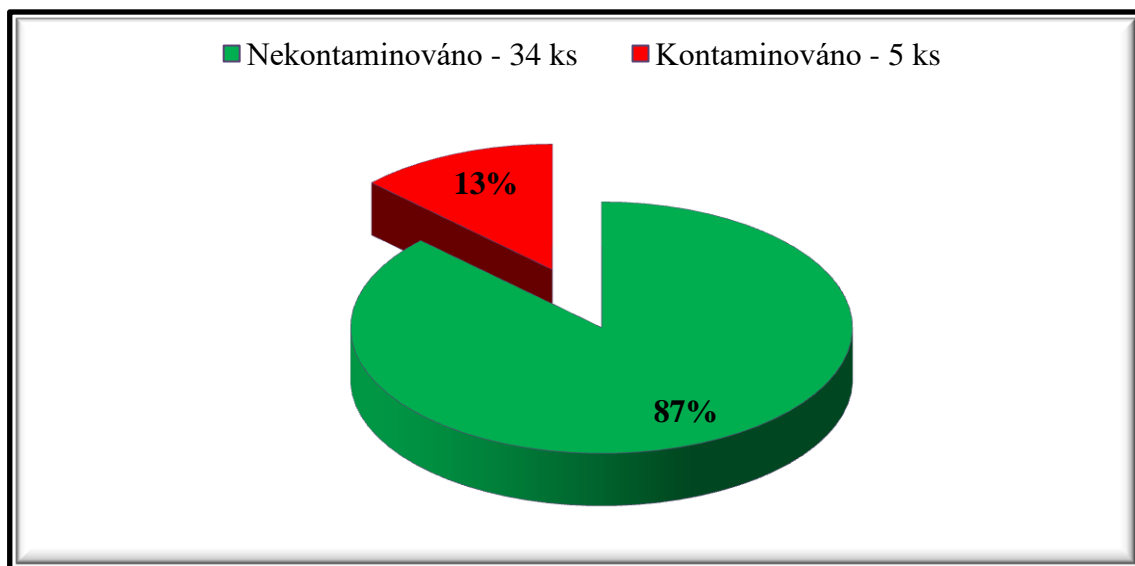
4.2.2 Transporty elektromotorů z KP za rok 2014

Podle informace zjištěné v softwaru PassPort AS, se v roce 2014 realizovalo na ETE 102 163 činností, spojených s P-příkazem. Z těchto činností byly za pomoci filtrů vyloučeny pracovní příkazy realizované mimo kontrolované pásmo. Následně vyfiltrovány pojmy transport elektromotoru, transport el-motoru a příbuzné názvy. Nejednotnost těchto pojmů je způsobena skutečností, kdy přípravář konkrétního pracovního příkazu různým způsobem specifikoval danou činnost. Posledním filtrováním byla vyčleněna pouze pracovní skupina MOJZ, což vedlo k požadovanému výsledku. V roce 2014 bylo realizováno 39 transportů elektromotorů přes hranici KP. Z montážních deníků a knihy evidence kontaminace bylo zjištěno, že u 5 transportovaných elektromotorů byla naměřená povrchová kontaminace nad stanovenou referenční úroveň. Ve všech případech se jednalo o kontaminaci vrtule a krytu vrtule, kterou pracovníci radiační kontroly požadovali před měřením vždy demontovat. Tato kontaminovaná technologie byla zabalena do žluté fólie a označena cedulí o radiační situaci a následně předána Útvaru odpadů a dekontaminace ETE.

Tento útvar provedl dekontaminaci, která byla ve všech pěti případech úspěšná. Poté byla technologie z KP transportována.

Z důvodu náročnosti měření na povrchovou kontaminaci použili pracovníci radiační kontroly dvě metody. První metoda spočívá v přímém měření povrchu technologie za použití přenosného přístroje FHT 111 M CONTAMAT, druhá metoda je založena na měření pomocí otěrů z technologie. Tyto otěry byly použity v málo přístupných místech a na spodní straně elektromotoru.

Lze tedy konstatovat, že v roce 2014 se uskutečnilo 39 transportů elektromotorů z KP, z toho bylo povrchově kontaminováno 5 ks (obr. 8). Úspěšně dekontaminováno bylo 5 ks, celkem úspěšně transportováno z kontrolovaného pásma všech 39 elektromotorů.

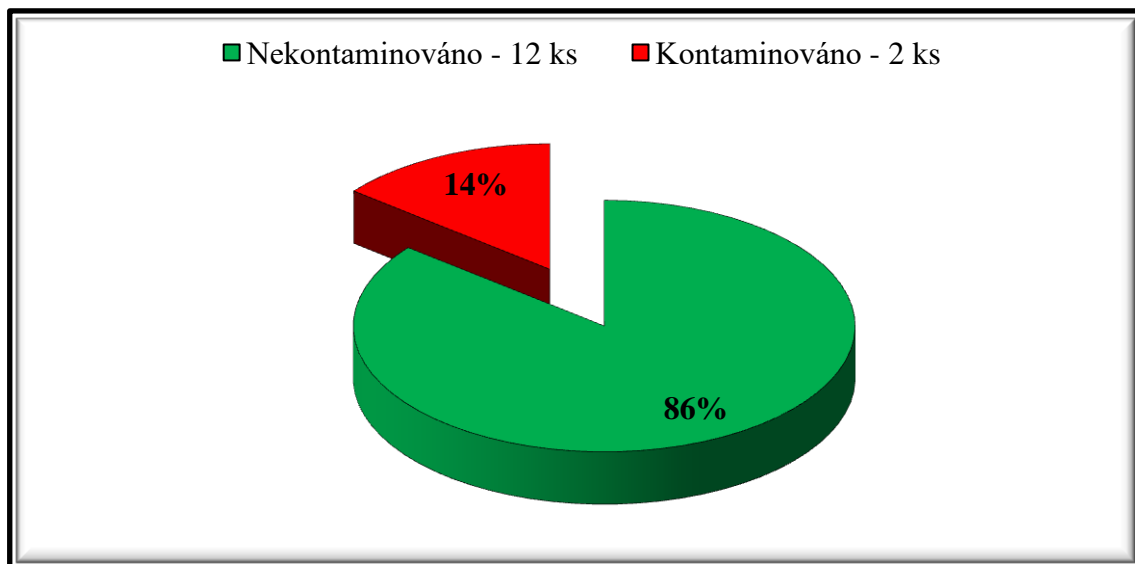


Obr. 8: Kontaminace transportovaných elektromotorů na hranici KP v roce 2014 (zdroj z interní dokumentace)

4.2.3 *Transporty elektromotorů z KP za rok 2015*

Podle informace zjištěné v softwaru PassPort AS, se v roce 2015 realizovalo na ETE 57 378 činností, spojených s P-příkazem. V tomto roce se uskutečnilo 14 transportů elektromotorů z KP, z toho byla zjištěná povrchová kontaminace u 2 ks (obr. 9).

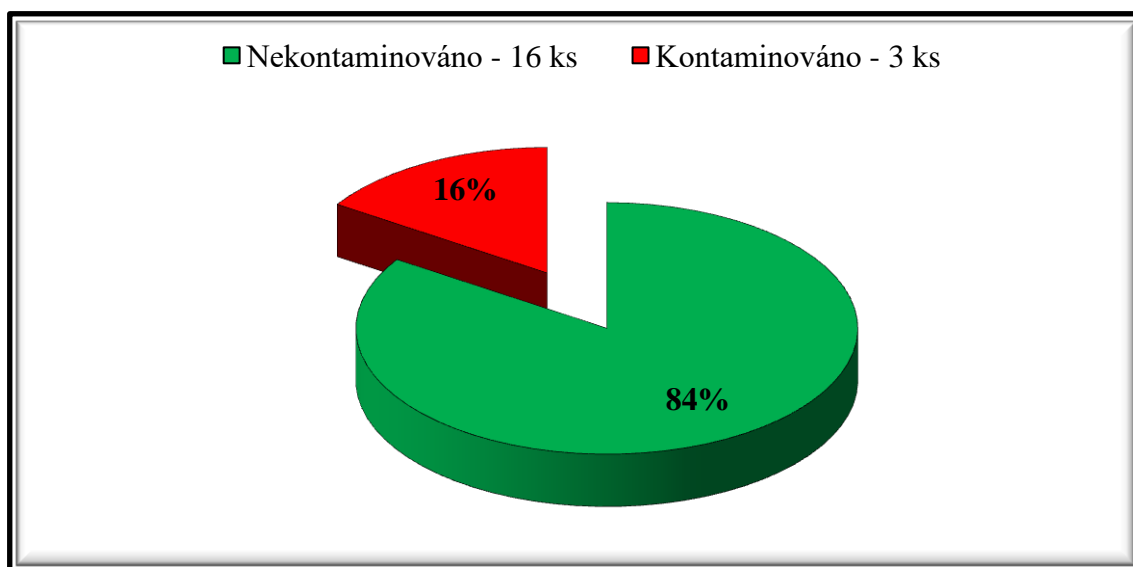
Úspěšně dekontaminovány byly 2 ks, celkem úspěšně transportováno z kontrolovaného pásma všech 14 elektromotorů.



Obr. 9: Kontaminace transportovaných elektromotorů na hranici KP v roce 2015 (zdroj z interní dokumentace)

4.2.4 Transporty elektromotorů z KP za rok 2016

Podle informace zjištěné pomocí softwaru PassPort AS, se v roce 2016 realizovalo na ETE 77 594 činností, spojených s P-příkazem. V tomto roce se uskutečnilo 19 transportů elektromotorů z KP, kde byla zjištěná povrchová kontaminace u 3 ks (obr. 10). Úspěšně dekontaminovány byly všechny 3 ks, celkem dokončené transporty z kontrolovaného pásma všech 19 elektromotorů.



*Obr. 10: Kontaminace transportovaných elektromotorů na hranici KP v roce 2016
(zdroj z interní dokumentace)*

4.3 Pevný radioaktivní odpad v KP

Při činnostech v KP vzniká odpad, který je zapotřebí dočasně ukládat, třídít, označit a následně předat pracovníkům Útvaru odpadů a dekontaminace ETE. Prvotní třídění a ukládání odpadu na dočasném sběrném místě provádí přímo v místě požadované činnosti původce tohoto vzniklého odpadu. Tento odpad musí být identifikovatelný pomocí štítku, kde je uvedeno, o jaký odpad se jedná, a kdo za něj zodpovídá. Druhotné třídění a ukládání odpadu provádí Útvar pro odpad a dekontaminaci ETE. Od vzniku veškerého odpadu až do chvíle druhého třídění se považuje za radioaktivní. Až toto druhé třídění určí, zda je s odpadem dál nakládáno jako s aktivním nebo neaktivním. Radioaktivní odpad na ETE vzniká v KP téměř při každé činnosti a je zapotřebí jeho minimalizace. I při pouhé kontrolní činnosti a pochůzkách radiačních pracovníků vzniká odpad. Jedná se především o použité osobní ochranné pracovní pomůcky, ale i předměty v nesené do KP potřebné k různým činnostem. Při pravidelném každoročním školení radiačních pracovníků pro vstup do KP se zdůrazňuje zákaz bezdůvodného

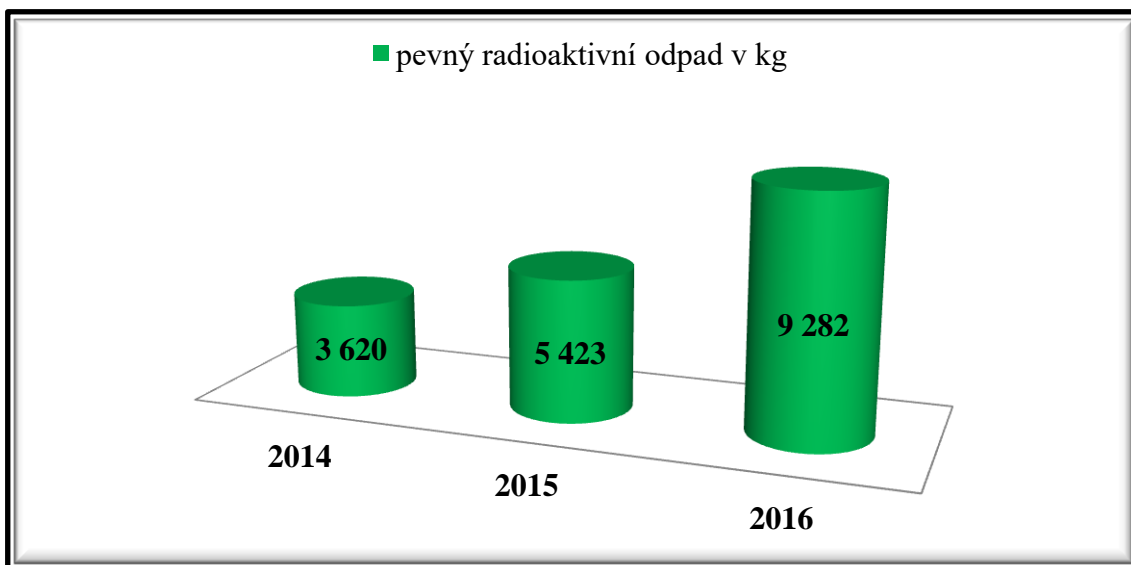
vnášení předmětů nesouvisejícího s vykonávanou činností. Jak minimalizovat vznik odpadu popisují zároveň místní provozní předpisy.

S ohledem na omezený rozsah této bakalářské práce, jsem zvolil analýzu množství pevného radioaktivního odpadu. Důležitým informativním podkladem pro rozbor této práce byly informace získané z dokumentů nazvaných Roční zpráva o nakládání s radioaktivními odpady v JE Temelín za rok 2014, 2015 a 2016. Pevný radioaktivní odpad je tříděn do dvou hlavních skupin, a to na **drobný odpad** a **drobný kovový odpad**. Součástí drobného odpadu (lisovatelného) je textil, papír, plast a směsný odpad, který je ukládán do PE pytlů žluté či červené barvy. Tyto PE pytle se nacházejí na trvale i dočasně vytvořených sběrných místech. Pod pojmem drobný kovový odpad (nelisovatelný) se skrývá kromě kovového odpadu také suť, nebo VZ filtry. Tento odpad se upravuje dle možností na menší části a ukládá se do soudků.

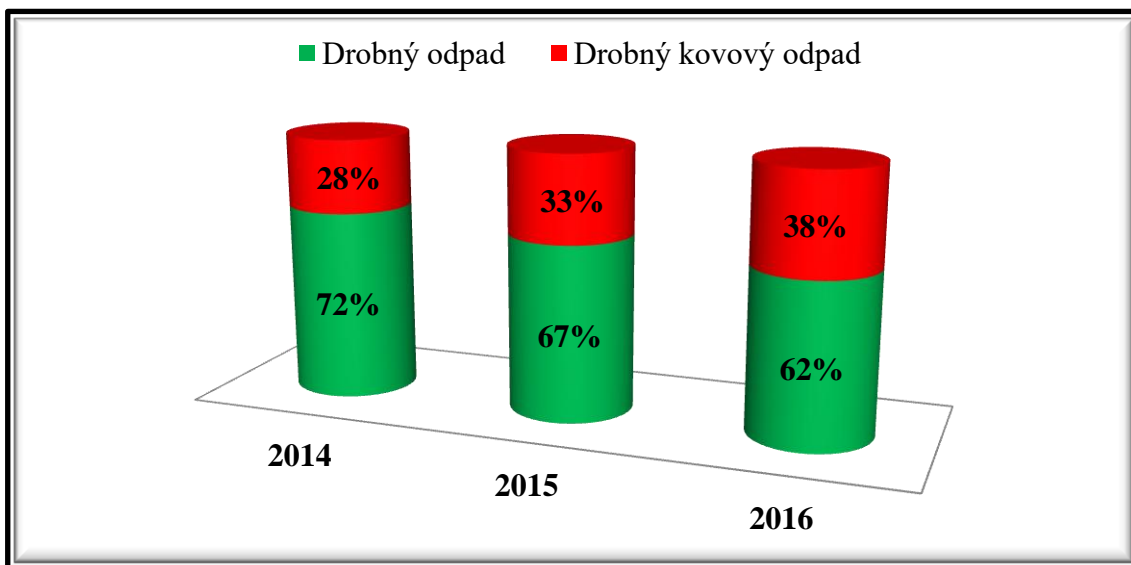
4.3.1 Porovnání výsledků pevného radioaktivního odpadu

Při pohledu na obr. 11 znázorňující celkové množství vzniklého pevného radioaktivního odpadu v KP na ETE za roky 2014, 2015 a 2016 je zřejmé, že trend má vzrůstající tendenci. A nutno dodat, jedná se poměrně o vzrůst značného rozsahu. Od roku 2014 byl nárůst tohoto odpadu za jeden kalendářní rok o 150 % a za dva kalendářní roky dokonce o 256 %.

Co se týká porovnání třídění pevného radioaktivního odpadu vzniklého v KP je trend mírně vzrůstající u drobného kovového odpadu (obr. 12). Tento nárůst však není tak markantní, jako u celkového množství. Od roku 2014 byl nárůst drobného kovového odpadu každoročně přibližně o 5 %.



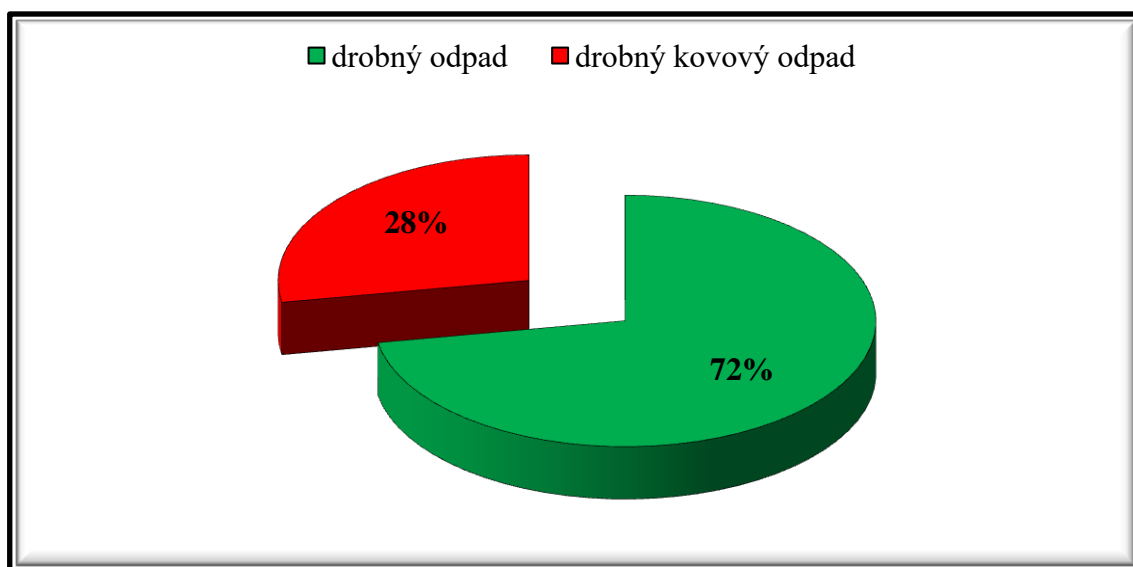
Obr. 11: Množství pevného radioaktivního odpadu za sledované období (zdroj z interní dokumentace)



Obr. 12: Poměr tříděného pevného radioaktivního odpadu za sledované období (zdroj z interní dokumentace)

4.3.2 Pevný radioaktivní odpad za rok 2014

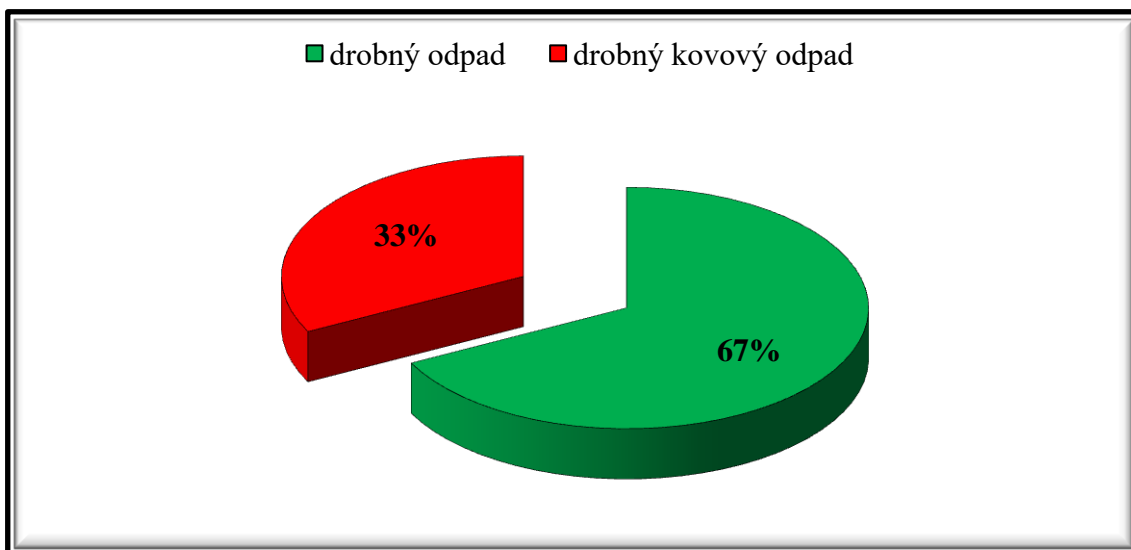
V roce 2014 bylo evidováno celkem 3 620 kg pevného radioaktivního odpadu, kde 2 614 kg se jedná o drobný odpad (lisovatelný) a 1 006 kg drobný kovový odpad (nelisovatelný), jak je zobrazeno v obr. 13.



Obr. 13: Poměr pevného radioaktivního odpadu za rok 2014 (zdroj z interní dokumentace)

4.3.3 Pevný radioaktivní odpad za rok 2015

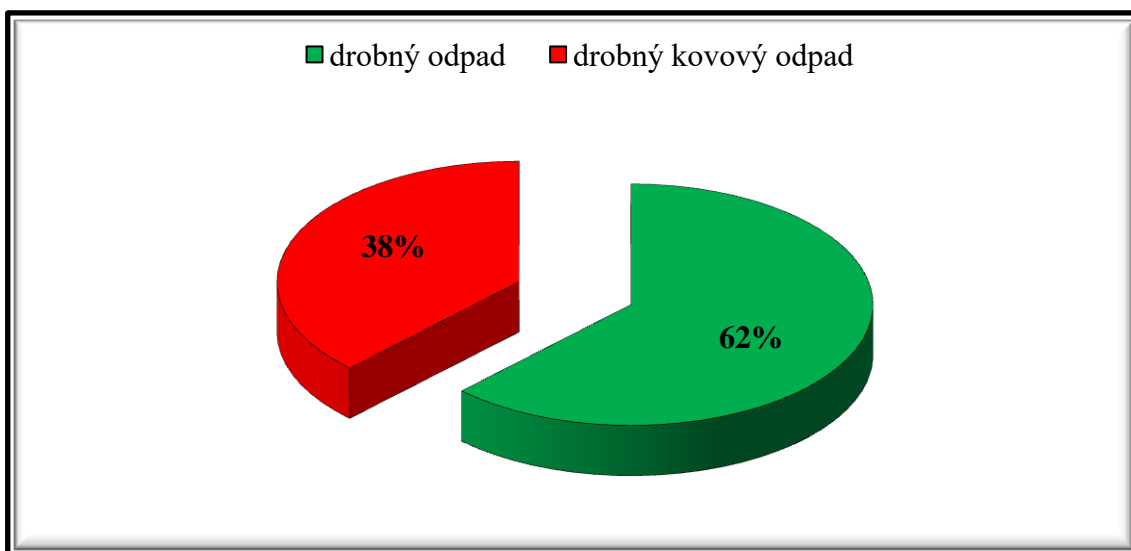
V roce 2015 bylo evidováno celkem 5 423 kg pevného radioaktivního odpadu, kde 3 658 kg se jedná o drobný odpad (lisovatelný) a 1 765 kg drobný kovový odpad (nelisovatelný), graficky znázorněno v obr. 14.



Obr. 14: Poměr pevného radioaktivního odpadu za rok 2015 (zdroj z interní dokumentace)

4.3.4 Pevný radioaktivní odpad za rok 2016

V roce 2016 bylo evidováno celkem 9 282 kg pevného radioaktivního odpadu, kde 5 785 kg se jedná o drobný odpad (lisovatelný) a 3 497 kg drobný kovový odpad (nelisovatelný), porovnáno v obr. 15.



Obr. 15: Poměr pevného radioaktivního odpadu za rok 2016 (zdroj z interní dokumentace)

5 DISKUSE

Diskusí je shrnutí a porovnání výsledků při činnostech spojených s opravou potrubní trasy, transportu technologie přes hranici kontrolovaného pásma a množství vzniklého radioaktivního odpadu.

5.1 Oprava potrubní trasy

Jako modelový příklad jsem vybral opravy poškozeného potrubí, kde dochází k řezání, broušení a svařování. Tím vzniká potenciálně velké riziko vnitřní a vnější kontaminace pracovníků provádějících tuto činnost. Je to dáno především tím, že při těchto činnostech dochází k tzv. třískovému obrábění. Při tomto obrábění dochází k odebrání materiálu (třísky), která vysokou rychlostí létá nekontrolovatelně všemi směry od místa vykonávané činnosti. Tyto třísky mohou být kontaminovány. Při nedodržování správného používání osobních ochranných pracovních pomůcek, může dojít ke vnější i vnitřní kontaminaci pracovníků. Riziko vnitřní kontaminace u těchto rychle letících třísek může být nejen vdechnutí, ale i zároveň poškozenou kůží, kterou mohou způsobit. Mezi další riziko patří možný zdroj ionizujícího záření v blízkosti vykonávané činnosti.

Zdroj ionizujícího záření

Na pracovišti, kde se nachází zdroj ionizujícího záření je možná ochrana hned několika způsoby. Je zde vhodné aplikovat základní způsoby ochrany před ionizujícím zářením, mezi které patří ochrana časem, ochrana vzdáleností a ochrana stíněním, jak je uvedené například v metodice ČEZ_ME_0433r19. S přihlédnutím na velikost místnosti v místě vykonávané práce a zdroje ionizujícího záření, není ochrana vzdáleností všude možná. To u ochrany časem je sice téměř všude realizovatelná, při některých dílčích činnostech plně dostačující, ale při pohledu na komplexní požadovanou činnost někdy neefektivní. Ochrana stíněním se jeví jako dobré řešení, i když v místech velkého množství technologie omezeně realizovatelná. Správné zvolení metody je v kompetenci

pracovníků radiační kontroly, kteří musí řešit tuto ochranu individuálně na konkrétní činnost.

Povrchová kontaminace pracoviště

V kontrolovaném pásmu se před každou činností provádí potřebná příprava na tuto činnost a po následném vyhodnocení a navržení opatření se vystavuje již zmíněný R-příkaz. Součástí této přípravy spočívá v monitorování pracoviště, které provádí pracovníci radiační kontroly, jak předepisuje metodika ČEZ_ME_0456r09. Opatření na případně zjištěnou povrchovou kontaminaci lze řešit vytvořením požadavku na dekontaminaci (technologie, podlahy aj.) pro Útvar odpady a dekontaminace ETE, jak je popsáno v metodice ČEZ_ME_0122r05z1. V případě neúspěšné dekontaminace lze předepsat doplňkové osobní ochranné pracovní pomůcky či zhotovení sanitárního uzlu.

Kontaminované médium v technologii

Před zahájením samotné činnosti (např. vyřezávání potrubní trasy) je nutné brát zřetel na možnost výskytu kontaminovaného média v této technologii. Nelze totiž předem s jistotou určit, zda se v technologii nenachází zbytky tohoto kontaminovaného média. Po vytvoření otvoru v nejnižším místě vyřezávané části potrubní trasy lze zbytek kontaminovaného média zachytit do předem připravené a k tomu určené nádoby. Tato nádoba musí být přesně označena a uložena dle sdílné dokumentace ČEZ_SD_0011r03.

Ukládání kontaminované technologie

Demontovaná technologie, u které prozatím nebylo provedeno monitorování na možnou kontaminaci, je vždy považována za aktivní předmět. Z tohoto důvodu se tato technologie dočasně ukládá zabalená do žluté fólie a je opatřena tabulkou s informací o druhu uloženého předmětu. Po následném monitorování pracovníky radiační kontroly je opatřena druhou tabulkou s informací o radiační situaci.

Ukládání a třídění radioaktivního odpadu

Na pracovišti, kde vzniká radioaktivní odpad má vedoucí práce povinnost na základě aktuální potřeby zřídit dočasné sběrné místo. Potřebné vybavení sběrného místa je vydáváno na předávacím místě m. č. C459, ve stanovených hodinách. O vydání popř. o vrácení vybavení je vedena adresná a konkrétní evidence. Vedoucí práce zodpovídá za zapůjčené vybavení, označení a předávání odpadu k likvidaci na předávacích místech, úklid, zrušení a vrácení zapůjčeného vybavení. Vzniklý odpad se třídí dle aktivity na nekontaminovaný a kontaminovaný, který vzniká při činnosti na R-příkaz. Další dílčí třídění je dle druhu, jako je drobný odpad, drobný kovový odpad, rozměrný kovový odpad, rozměrný nekovový odpad, odpad s nebezpečnými vlastnostmi, organicky znehodnocené kapaliny a ostatní odpad.

Vnitřní kontaminace pracovníků

K ochraně před vnitřní kontaminací slouží především předepsané OOPP a dodržování zásad při pobytu v KP. Mezi tyto zásady patří zákaz konzumace jídla a pití mimo vyhraněné prostory, zákaz kouření aj. Při dodržování těchto základních pravidel a při správném používání předepsaných OOPP je velmi nepravděpodobné, aby k vnitřní kontaminaci pracovníku došlo. V opačném případě se jedná o hrubé pochybení jednotlivce, který musí počítat s tvrdým postihem.

Vnější kontaminace pracovníků

V případě ochrany před vnější kontaminací jsou požadavky totožné jako u vnitřní. Pokud se na pracovišti nachází povrchová kontaminace, je navrženo v R-příkazu opatření na doplňkové ochranné pomůcky, jako jsou například návleky na obuv, gumové rukavice, respirátor atd.

Poranění pracovníků při třískovém obrábění ve spojení s možnou kontaminací

Z rizika při třískovém obrábění, mezi které patří řezání a broušení, pramení pro pracovníky vykonávající tuto činnost nebezpečí jak vnitřní kontaminace inhalací či

poraněnou kůží, tak i vnější kontaminace při mechanickém nebo tepelném poškození OOPP. Z tohoto důvodu jsou základní OOPP nedostatečné a jsou předepsané doplňkové či speciální. V metodice ČEZ_ME_0713 jsou předepsané OOPP na přesně specifikované činnosti mimo jiné i broušení, řezání a svařování.

Zhodnocení výsledků analýzy výměny potrubní trasy

V tuto chvíli se nabízí porovnání mezi zjištěnou povrchovou kontaminací spojenou s analyzovanou činností a povrchovou kontaminací pracovníků při veškerých činnostech. V databázi SEOD je statisticky uvedeno, že za rok 2016 na každých 1 000 měřených osob při průchodu z KP mělo v průměru 1,4 pracovníků zjištěnou povrchovou kontaminaci. To znamená 0,14 % zachycené povrchové kontaminace u všech průchodů. V tomto průměru jsou zahrnuti pracovníci vykonávající veškerou činnost v KP, tedy i například kontrolní pochůzky, kdy ke kontaminaci dochází jen ve výjimečných případech. Tato statistika vypovídá, v porovnání s posuzovanou činností, kdy byla ve sledovaném období zjištěna průměrně 2,8 % povrchové kontaminace, o poměrně malém procentu kontaminovaných pracovníků. Především, když si uvědomíme množství rizik spojená s posuzovanou činností a s ohledem na místa realizace.

Pokud jde o shrnutí této činnosti, tak zjištěná povrchová kontaminace nad referenční úroveň u 2,8 % pracovníků a nulová vnitřní kontaminace, je výsledek velmi dobrý. Jak výsledek analýzy ukazuje, jsou na poměrně značná rizika při činnosti opravy potrubní trasy v KP na ETE aplikována dostatečná opatření.

5.2 Transporty elektromotorů z KP

Při transportech technologie či náradí přes hranici KP existují vždy rizika spojená s nežádoucí kontaminací. Pro analýzu transportů jsem zvolil pro tuto bakalářskou práci činnost, kde je podle mé teorie riziko kontaminace velmi vysoké. Především z důvodu umístění technologie a složitost měření kontaminace. Teorie je založená na těchto

aspektech. Jedná se o elektromotory umístěné v kontejnmentu, v obestavbě a na BAPP. Tyto elektromotory jsou pohonem vzduchotechniky v daném místě, pohání čerpadla s aktivním médiem a zajišťují cirkulaci mazací soustavy. Konstrukce je stavěná na principu chlazení za pomoci vrtule na zadní straně elektromotoru. Tato vrtule nasává a vhání vzduch ze svého okolí na žebrované tělo motoru, kde dochází k požadovanému chlazení. Pokud v tomto okolí (prostoru) se nachází kontaminace, je pomocí vrtule toto tělo motoru neustále vystaveno proudění kontaminovaných částic s cirkulovaným vzduchem. Proto největší riziko kontaminace shledávám především na žebrovaném těle elektromotoru a vrtuli s krytem vrtule.

Výsledky analýzy ukázaly, že předpoklad se potvrdil pouze částečně. Kontaminace se nenalezla na žebrovaném těle elektromotorů, ale pouze na vrtuli a krytu vrtule. Zároveň lze konstatovat, že množství případů kontaminace je s ohledem na umístění technologie v relativně malém počtu. Jedná se v průměru přibližně o 14 % zjištěných případů kontaminace u transportovaných elektromotorů z KP na ETE. Při položení otázky, zda měření kontaminace technologie na hranici KP jsou spolehlivá, mohu s čistým svědomím říci, že ano. Důvodů k tomuto tvrzení mám hned několik. Jako hlavní důvod považuji nezjištěnou kontaminaci mimo KP, při realizaci těchto činností. Zároveň o tom svědčí nulové záznamy o kontaminaci pracovníků podílejících se na opravě či likvidaci této technologii mimo KP. Tyto pracovníci při výstupu ze střeženého pásma prochází detekčním rámem měřícím kontaminaci. Technologie z KP změřená jako neaktivní určená k likvidaci se shromažďuje na sběrném dvoře, kde se následně vyváží ze střeženého pásma rámem určeným pro automobily měřící kontaminaci. Dle dostupných informací za analyzované období nebyl ani jeden případ zachycené kontaminace u vývozu této technologie.

5.3 Pevný radioaktivní odpad v KP

Na ETE při činnostech realizovaných v KP za rok 2014, 2015 a 2016 vzniklo 18 325 kg pevného radioaktivního odpadu. V roce 2014 to bylo 3 620 kg, v roce 2015 už 5 423 kg

a v roce 2016 dokonce 9 282 kg pevného radioaktivního odpadu. Při prvním pohledu na výsledky této analýzy je zřejmý poměrně velký meziroční nárůst tohoto odpadu. A právě tento nárůst byl podnětem k mému dalšímu zkoumání. Mohl tento nárůst být způsoben vnášením do KP nepotřebných předmětů a obalového materiálu? Podle pracovníků radiační kontroly je ukázněnost radiačních pracovníků za poslední tři roky přibližně na stejné úrovni. Nejsou žádné bližší informace o nárůstu vnášených předmětů nebo obalového materiálu. Může špatné třídění či ukládání mít vliv na množství odpadu? Při pohledu na procentuální porovnání mezi drobným odpadem a drobným kovovým odpadem, není ve sledovaném období výrazný rozdíl. Při konzultaci s pracovníky radiační kontroly a pracovníky Útvaru odpadů a dekontaminace ETE jsem dostal další podněty. Jedním z nich je každoroční nárůst investičních akcí, při kterých se prováděly činnosti mimo běžnou údržbu. A druhým podnětem byla akce, kdy na přelomu roku 2016 došlo ke kompletní obměně obuvi určené pro KP na ETE. Vyřazená obuv sice nebyla součástí uvedených odpadů (bylo řešeno individuálně), ale ochranný obal z nové obuvi už ano. V obou případech se určitě jedná o částečný nárůst výše zmiňovaných odpadů.

Jako hlavní důvod nárůstu pevného radioaktivního odpadu se ukázala délka odstávek obou výrobních bloků. V roce 2014 trvaly odstávky obou výrobních bloků 139 dnů, v roce 2015 trvaly už 150 dnů a v roce 2016 trvaly dokonce 214 dnů. A jelikož nejvíce činností se provádí při odstavení těchto bloků, má jejich délka významný vliv na množství vzniklého odpadu.

Lze tedy konstatovat, že pevný radioaktivní odpad je tříděn a ukládán na ETE dle legislativy a požadavků. Nárůst odpovídá objemu prací, který je přímo úměrný délce odstavení obou reaktorových bloků. Zároveň navrhuji sledování a vyhodnocení vzrůstajícího trendu u pevného radioaktivního odpadu v následujícím období.

5.4 Odpovědi na výzkumné otázky

Pro bakalářskou práci byly stanoveny dvě výzkumné otázky:

Jaká je úroveň současných opatření při práci v kontrolovaném pásmu?

Současná opatření pro minimalizaci rizik spojených s činností v kontrolovaném pásmu jsou na vysoké úrovni. Svědčí o tom nejen nízká incidence případů povrchové kontaminace pracovníků, kdy průměrná hodnota u analyzovaných činností je na úrovni 2,8 % při současné nulové incidenci případů vnitřní kontaminace pracovníků. Analýzou transportů vybraných částí technologie primárního okruhu přes hranici kontrolovaného pásma byla potvrzena spolehlivost metod měření prováděných pro stanovení hodnot plošné aktivity, kterou je vyjádřena přítomnost povrchové kontaminace, včetně případů, kdy bylo nutno transportovaný předmět dekontaminovat. Dále vzhledem k tomu, že u posuzovaných činností nebyl identifikován žádný případ neautorizovaného, nekontrolovaného šíření kontaminantů mimo KP, lze opatření radiační ochrany považovat za dostatečná. Produkce pevných radioaktivních odpadů spojená s činnostmi v kontrolovaném pásmu má vzrůstající trend, což je zapříčiněno zejména rozsahem prací prováděných během generálních oprav, odstávek výrobních bloků, množstvím stavebních úprav a inovací technologie realizovaných v rámci investičních akcí.

Jaké mají rezervy tato opatření, a je možné navrhnout některá zlepšení?

I když současná opatření při činnostech v kontrolovaném pásmu jsou na vysoké úrovni, jsou stále možná některá zlepšení. Jedním z nich, které navrhuji, je častější dohled pracovníků radiační kontroly nad dodržování režimových opatření, a tím zvýšení ukázněnosti pracovníků. U transportů technologie realizovaných v rámci opravy, údržby zařízení přes hranici kontrolovaného pásma se nabízí otázka, zda je nezbytně nutné provádět tyto činnosti vždy mimo kontrolované pásmo. V kontrolovaném pásmu, v budově aktivních pomocných provozů, jsou dobře vybavené dílny, kde se opravy menšího rozsahu mohou provádět, a tím snížit počet rizik spojených s transportem.

V neposlední řadě doporučuji monitorování množství vzniklého pevného radioaktivního odpadu a vytvoření statistiky ke sledování trendu v delším časovém úseku. Za důležité považuji zjistit nárůst těchto odpadů při odstavení výrobního bloku, oproti běžnému provozu.

6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat stávající metody a způsoby prováděné při práci v kontrolovaném pásmu. Ověřit spolehlivost a dostatečnost stávajících opatření a postupů. K analýze byly zvoleny tři modelové činnosti, zaměřené na různé druhy rizika. Opravu potrubní trasy v KP, transport elektromotorů z KP a nakládání a třídění pevného radioaktivního odpadu. Zároveň byly položeny dvě výzkumné otázky: Jaká je úroveň současných opatření při práci v kontrolovaném pásmu? Jaké rezervy mají tato opatření a je možné navrhnout některá zlepšení?

Na základě analýzy modelových činností lze odpovědět na výzkumné otázky následovně. Současná opatření spojená s rizikem při práci v kontrolovaném pásmu má vysokou úroveň. Nebyly shledány žádné velké rezervy či vážné nedostatky. Je zřejmá neustálá snaha pracovníků radiační ochrany o zlepšení, a to především na základě získaných poznatků a zkušeností z provozování tohoto jaderně energického zařízení.

Výsledky budou poskytnuty vedoucím pracovníkům z útvaru Radiační ochrany ETE a Útvaru odpady a dekontaminace ETE, jako podklad na zlepšování úrovně opatření a zároveň ke zdokonalení příslušných metodik.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- 1) BROUNKOVÁ, D., 2013. *RADIAČNÍ OCHRANA pro vybrané pracovníky služeb významných z hlediska radiační ochrany: služby vykonávané v kontrolovaných pásmech pracovišť s otevřenými zářiči (včetně kontrolovaných pásem jaderných elektráren)*. Brno
- 2) BENEŠ, P. a J. NOVOTNÁ, 1998. *Chemie a radiační hygiena prostředí*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické. ISBN 8001013359
- 3) ČEZ, a.s., 2010. *Interní předpis ČEZ_ME_0122 Manipulace se žádankami na dekontaminaci*
- 4) ČEZ, a.s., 2011. *Interní předpis ČEZ_ME_0435 Nakládání s pevnými odpady vzniklými v KP a SP EDU a ETE*
- 5) ČEZ, a.s., 2014. *Interní předpis ČEZ_ME_0460 Radiační ochrana při přepravě předmětů v ETE*
- 6) ČEZ, a. s., 2015a. *Interní předpis ČEZ_ME_0431 Povolení vstupu do KP*
- 7) ČEZ, a.s., 2015b. *Interní předpis ČEZ_ME_0649 Použití OOPP v KP ETE*
- 8) ČEZ, a.s., 2015c. *Interní předpis ČEZ_ST_0075r00 Radiační ochrana*
- 9) ČEZ, a.s., 2016a. *Interní předpis ČEZ_ME_0724Tvorb a P-příkazu v Asset Suite pro KE*
- 10) ČEZ, a.s., 2016b. *Interní předpis ČEZ_ME_0429 R-příkaz*

- 11) ČEZ, a.s., 2016c. *Interní předpis ČEZ_ME_0456 Program monitorování pracoviště*
- 12) Euratom, 2013: Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom
- 13) HÁLA, J., 1998. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. Brno: Konvoj. ISBN 8085615568
- 14) HOLÁ, O. a K. HOLÝ, 2010. *Radiační ochrana: ionizující žiarenie, jeho účinky a ochrana pred ionizujúcim žiarením*. Bratislava: Nakladateľstvo STU. Edícia vysokoškolských učebníc. ISBN 9788022732406
- 15) IAEA, 1999: Occupational Radiation Protection, Safety Guide No. RS-G-1.1. In: *International Atomic Energy Agency*; dostupné z: <https://www.iaea.org/>
- 16) ICRP, 2007: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, SAGE Publications Ltd. ISBN 9780702030482
- 17) KLENER, V., 2000. *Principy a praxe radiační ochrany*. 1. vydání. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost. ISBN 8023837036
- 18) KOLÁČEK, B., 2012. *RADIAČNÍ OCHRANA pro vybrané pracovníky velmi významných zdrojů: učební texty pro přípravu personálu JE*. Brno
- 19) KOLÁČEK, B., J. PAPAN, J. VOKÁLEK, J. VOBR a J. KAŇKOVSKÝ, 2013. *Radiační ochrana v ETE: učební texty pro přípravu personálu JE*. Brno

- 20) Kolektiv autorů, 1998. *Ochrana při práci se zdroji ionizujícího záření*. Ostrava: Dům techniky Ostrava s. r. o. ISBN 8002012305
- 21) PETROVÁ, K., 2017. Od nového roku vstoupil v platnost nový atomový zákon. *Tzb-info* [online]. Topinfo, [cit. 2017-04-11]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/15246-od-noveho-roku-vstoupil-v-platnost-novy-atomovy-zakon>
- 22) RAČEK, Jiří. *Jaderná zařízení*. Vyd. 2. Brno: Novpress, 2013. ISBN 9788021447455
- 23) ŠÁRO, Š., J. TÖLGYESSY. 1985. *Rádioaktivita prostředí*. Bratislava: Státní nakladatelství technické literatury, Alfa
- 24) ULLMAN, V., 2009. *Jaderná a radiační fyzika*. Ostrava: Ostravská univerzita. ISBN 9788073686697
- 25) URBANČÍK, L., 2014. *Jaderná bezpečnost: na půdorysu atomového zákona*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 9788021449718
- 26) URBANČÍK, L., 2015. *Jaderná a radiační bezpečnost provozu českých jaderných elektráren*. 1. vydání. Brno: Vysoké učení technické. ISBN 978-80-214-5238-1
- 27) VOJÍKOVÁ, M., 2016. Nový atomový zákon. *Zprávy Alfa9* [online]. Praha: Soft Books, [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://zpravy.alfa9.cz/absolutenm/templates/zprava.aspx?a=43190>

- 28) Vyhláška č. 422/2016 Sb. ze dne 14. prosince 2016 o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: *Sbírka zákonů České republiky, částka 6618*
- 29) Zákon č. 263/2016 Sb. ze dne 14. července 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky, částka 3938*

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BAPP	Budova aktivních pomocných provozů
CDRK	Centrální dozorná radiační kontroly
HVB	Hlavní výrobní blok
KP	Kontrolované pásmo
OOPP	Osobní ochranné pracovní pomůcky
P-příkaz	Pracovní příkaz na veškeré činnosti
RaS	Radiační situace
R-příkaz	Příkaz doplňující pracovní příkaz o informace z radiační ochrany
ICRP	International Commission on Radiological Protection
PCM-2	Personnel Contamination Monitor
ETE	Elektrárna Temelín
SÚJB	Státní úřad jaderné bezpečnosti
PassPort AS	Software Asset Suite
SEOD	Systém Elektronické Osobní Dozimetrie
ADS	Aktivní Dotazovací Systém

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Porovnání v počtu měření pracovníků při průchodu z KP za sledované období
- Obr. 2: Porovnání poměru případů zjištěné kontaminace pracovníků při průchodu z KP za sledované období
- Obr. 3: Poměr případů zjištěné kontaminace pracovníků při průchodu z KP za rok 2014
- Obr. 4: Poměr případů zjištěné kontaminace pracovníků při průchodu z KP za rok 2015
- Obr. 5: Poměr případů zjištěné kontaminace pracovníků při průchodu z KP za rok 2016
- Obr. 6: Počet transportovaných elektromotorů z KP za sledované období
- Obr. 7: Porovnání kontaminace transportovaných elektromotorů z KP za sledované období
- Obr. 8: Kontaminace transportovaných elektromotorů na hranici KP v roce 2014
- Obr. 9: Kontaminace transportovaných elektromotorů na hranici KP v roce 2015
- Obr. 10: Kontaminace transportovaných elektromotorů na hranici KP v roce 2016
- Obr. 11: Množství pevného radioaktivního odpadu za sledované období
- Obr. 12: Poměr tříděného pevného radioaktivního odpadu za sledované období
- Obr. 13: Poměr pevného radioaktivního odpadu za rok 2014
- Obr. 14: Poměr pevného radioaktivního odpadu za rok 2015
- Obr. 15: Poměr pevného radioaktivního odpadu za rok 2016