

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 14 Opis nakladania s rádioaktívnymi odpadmi

Stavba: Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť
Construction: 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island
Stavebník: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce
Constructor: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

SE Rev	Date / Dátum	LC	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil
				Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N	SEC. INDEX / INDEX utajenia
Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:				Approval / Schválenie	x	Information Only / Len na informáciu		
The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.								
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 14		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	Plant Unit / Blok elektrárne
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361771			A4	6.01	RS	Z	8
				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
* P N M 3 4 3 6 1 7 7 1 1 4 *				1	66			

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436177114_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 18.06.2019			
Sensitivity code ¹⁾ / Kód citlivosti ¹⁾ / 3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis		
Author / Vypracoval:		• VUJE, a.s.	• 0710	• 18.06.2019			
Co-author / Spolupracoval:		• VUJE, a.s.	• 0710	• 18.06.2019			
Checked by / Kontroloval:		• VUJE, a.s.	• 0220	• 18.06.2019			
Verified by / Overil:		• VUJE, a.s.	• 0720	• 18.06.2019			
Approved by / Schválil:		• VUJE, a.s.	• 1703	• 18.06.2019			

Tento dokument je vlastníctvom Slovenských elektrární, a.s.. Tento dokument, ako aj informácie z neho, môžu byť použité, kopírované, rozmnožované alebo zverejňované iba so súhlasom Slovenských elektrární, a.s.. Uvedené riešenie je obchodným tajomstvom VUJE, a.s..

This document is property of Slovenské elektrárne, a.s. This document as well as information it contains can only be used, copied, reproduced or published with consent of Slovenské elektrárne, a.s. The solution presented is trade secret of VUJE, a.s.

Revision record / Záznam o revízii

Identification / Identifikácia (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavec)	Brief description of modification / Stručná charakteristika úpravy (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	Reason of modification / Dôvod úpravy (author company, number of comments or other stimulation, name of author, comment document No.) (firma autora a číslo pripomienky, resp. iný podnet, meno autora, č. dokumentu pripomienok)
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok ÚJD podľa Aarhuského výboru	• V súlade s dokumentom PNM34482979
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Kapitola 14 Opis nakladania s rádioaktívnymi odpadmi	• PNM3436177114_S_C00_V	• 14
2.	• Kapitola 14 Opis nakladania s rádioaktívnymi odpadmi	• PNM3436177114_S_C01_V	• 14
3.	.	.	.
4.	.	.	.
5.	.	.	.
6.	.	.	.
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.
11.	.	.	.

OBSAH

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	7
ÚVOD.....	9
14 OPIS NAKLADANIA S RÁDIOAKTÍVNymi ODPADMI	10
14.1 Druhy RAO	10
14.1.1 Rozdelenie odpadov podľa rádioaktivity	10
14.1.2 Rozdelenie odpadov podľa skupenstva	11
14.1.3 Rozdelenie odpadov podľa pôvodu a miesta vzniku	11
14.1.4 Rozdelenie odpadov podľa spôsobu spracovania a konečnej úpravy	11
14.2 Inventár RAO	13
14.2.1 Plynné RAO	13
14.2.1.1 Vznik rádioaktívnych plynov.....	13
14.2.1.2 Množstvo, rádionuklidové zloženie a iné vlastnosti plyných výpustí	13
14.2.2 Kvapalné RAO	15
14.2.2.1 Vznik kvapalných RAO	15
14.2.2.2 Množstvo, rádionuklidové zloženie a iné vlastnosti KRAO	16
14.2.3 Pevné RAO	17
14.2.3.1 Vznik PRAO	17
14.2.3.2 Množstvo, rádionuklidové zloženie a iné vlastnosti PRAO	18
14.2.4 Odpadové vody uvádzané do ŽP.....	19
14.2.4.1 Vznik odpadových vôd	19
14.2.4.2 Množstvo, rádionuklidové zloženie a iné vlastnosti odpadových vôd	19
14.3 Minimalizovanie hromadenia odpadov	20
14.3.1 Princípy minimalizácie odpadov.....	20
14.3.1.1 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti projektovania.....	20
14.3.1.2 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti prevádzky	21
14.3.1.3 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti nakladania s RAO	21
14.3.1.4 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti prípravy údržby a realizácie údržby	22
14.3.1.5 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti prípravy pracovníkov	22
14.4 Systém zberu RAO	23
14.4.1 Zber KRAO.....	23
14.4.2 Zber PRAO.....	24
14.4.2.1 Zberné miesta	24
14.4.2.2 Zber a skladovanie odpadu.....	25
14.4.3 Triedenie PRAO	25
14.4.3.1 Prvotné triedenie prechodných rádioaktívnych odpadov	25
14.4.3.2 Primárna kontrola triedenia PRAO.....	26
14.4.3.3 Miesto zberu a triedenia PRAO v MO34.....	27
14.5 Zariadenia na skladovanie RAO	29
14.5.1 Skladovacie zariadenia RAO	29
14.5.1.1 Skladovanie KRAO	29
14.5.1.1.1 Preprava a skladovanie aktívneho koncentráta	29
14.5.1.1.2 Preprava a skladovanie vysytených ionexov	29

14.5.1.1.3	Sedimentácia odpadových vôd	30
14.5.1.1.4	Skladovanie rádioaktívnych ropných produktov, olejov a organických rozpúšťadiel	30
14.5.1.2	Skladovanie PRAO	30
14.5.1.2.1	Hlavné komponenty systému a ich umiestnenie	31
14.5.1.3	Skladovanie strednoaktívneho RAO	31
14.5.2	Prepravné a manipulačné zariadenia v KP EMO	31
14.5.3	Ostatné prepravné zariadenia	31
14.6	Kontrola odpadov	32
14.6.1	Kontrola kvapalných RAO	33
14.6.1.1	Kontrola odpadových vôd spracovateľných na odparke do formy rádioaktívneho koncentráту, kontrola kondenzátu a koncentráту	33
14.6.1.2	Kontrola rádioaktívnych kalov	36
14.6.1.3	Kontrola vysýtených ionexov	37
14.6.1.4	Kontrola olejov a organických rozpúšťadiel	37
14.6.2	Kontrola pevných RAO	38
14.6.3	Kontrola plyných RAO	38
14.6.3.1	Radiačná kontrola vzduchotechnických systémov	39
14.6.3.2	Kontrola čistiacej stanice technologických odzdušnení nádrží kvapalných RAO	39
14.6.3.3	Stanica čistenia technologického odzdušnenia	40
14.6.3.4	Monitorovanie netesností PG meraním ¹⁶ N a celkovej radiačnej situácie na hlavných parovodoch	40
14.6.3.5	Kontrola plyných výpustí vo ventilačnom komíne	40
14.7	Spracovanie a úprava RAO	41
14.7.1	Technické možnosti spracovania a úpravy RAO	41
14.7.1.1	Spracovanie kvapalných RAO	41
14.7.1.1.1	Spôsoby čistenia aktívnych médií	41
14.7.1.1.2	Rozdelenie čistiacich staníc a popis ich funkcií	42
14.7.1.1.3	Zaoberanie s rádioaktívnymi olejmi a inými špecifickými rádioaktívnymi kvapalinami	43
14.7.1.1.4	Spracovanie kalov	44
14.7.1.1.5	Základné princípy spracovania kvapalných odpadov	44
14.7.1.1.6	Bezpečnosť systémov spracovania KRAO za normálnej a abnormálnej prevádzky	45
14.7.1.2	Spracovanie pevných RAO	46
14.7.1.2.1	Popis tvorby a pohybu PRAO	46
14.7.1.2.2	Triedenie pevných RAO	47
14.7.1.2.3	Spracovanie pevných RAO - Fragmentačné zariadenia	47
14.7.1.2.4	Nakladanie s podmienené aktívnymi odpadmi	47
14.7.1.2.5	Nakladanie so strednoaktívnymi RAO	48
14.7.1.3	Spracovanie plyných odpadov	48
14.7.1.3.1	Odvodné ventilačné systémy (bezpečnostné filtračné systémy) [I.16]	49
14.7.1.3.2	Čistiaca stanica technologického odzdušnenia	49
14.7.1.3.3	Odvetrávanie nádrže výev hlavného kondenzátora	49
14.7.1.3.4	Systémy lokalizácie únikov rádioaktívnych látok	49
14.7.1.3.5	Sprchový systém	50
14.7.1.3.6	Vákuobarbotážny systém	50
14.7.1.3.7	Odvetrávanie nádrží ŠOV a skladovacích nádrží kvapalných RAO	50
14.7.2	Spracovanie a expedícia pevných RAO z JE Mochovce	51
14.7.2.1	Spracovanie triedených a netriedených PRAO	52
14.7.2.1.1	Zariadenia na spracovanie PRAO	52
14.7.2.1.2	Príprava na expedíciu	52
14.7.2.1.3	Preprava RAO do spracovateľského centra	53

14.7.2.2	Spracovanie a úprava RAO expedovaných do spracovateľského centra	53
14.7.2.3	Spracovanie a úprava PRAO z vyradovania	53
14.7.3	Bezpečnosť počas manipulácie s RAO	54
14.7.3.1	BOZP	54
14.7.3.2	Radiačná bezpečnosť	54
14.8	Preprava RAO	55
14.8.1	Preprava pevných RAO	55
14.8.2	Preprava kvapalných RAO	55
14.9	Evidencia RAO	56
14.9.1	Sprievodný list RAO	56
14.9.2	Označovanie RAO	56
14.9.3	Evidencia RAO písomnou formou	56
14.9.4	Evidencia RAO elektronickou formou	57
14.10	Ukladanie RAO	58
14.10.1	Ukladanie RAO z prevádzky MO34	58
14.10.2	Produkcia a ukladanie RAO z vyradovania MO34	59
14.10.3	Odhad množstva RAO z prevádzky a vyradovania MO34 pre uloženie v RÚ RAO	60
LITERATÚRA		63
I	ZDROJOVÉ DOKUMENTY, KTORÉ SÚ VLASTNÍCTVOM SE, A.S.	63
II	LEGISLATÍVNE DOKUMENTY (ZÁKONY, VYHLÁŠKY, NORMY, DOKUMENTY MAAE, A POD.)	64
III	ZDROJOVÉ DOKUMENTY, KTORÉ NEPATRIA DO I. A II. SKUPINY	64
ZOZNAM OBRÁZKOV		66
ZOZNAM TABULIEK		66

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

ADR	Európska dohoda o medzinárodnej cestnej preprave nebezpečných vecí
ALARA	Radiačná ochrana zameraná na čo najnižšie dosiahnuteľné dávky personálu s uvažovaním sociálnych a ekonomických dôsledkov
ANSI/ANS	American National Standards Institute/American Nuclear Society
a.s.	akciová spoločnosť
BNS	Bezpečnostný návod séria
BOZP	bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
BP	bitúmenový produkt
BSC	Bohunické spracovateľské centrum
EBO	Atómová elektráreň Jaslovské Bohunice
EMO12	Atómové elektrárne Mochovce 1. a 2. blok
FS KRAO	Finálne spracovanie kvapalných rádioaktívnych odpadov
HRK	havarijná, regulačná a kompenzačná kazeta
IAEA	International Atomic Energy Agency (Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu)
INES	Medzinárodná stupnica jadrových a radiačných udalostí
I.O.	primárny okruh
II.O.	sekundárny okruh
IRAO	inštitucionálne rádioaktívne odpady
ISO kontajner	prepravné zariadenie typu kontajner ISO 20' schválený ÚJD SR pre podmienky priemyselnej zásielky
JAVYS	Jadrová a vyrad'ovacia spoločnosť, a.s.
JE	jadrová elektráreň
JE V1, V2	jadrová elektráreň V1 alebo V2 v Jaslovských Bohuniciach
JZ	jadrové zariadenie
KP	kontrolované pásmo
KRAO	kvapalné rádioaktívne odpady
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MEVA	označenie suda
m. č.	miestnosť číslo
MO34	Elektráreň Mochovce 3. a 4. blok
obj.	objekt

VUJE, a.s.

PpBS	Predprevádzková bezpečnostná správa
PE	polyetylén
PG	parogenerátor
PK	označenie kontajnera
PRAO	pevný rádioaktívny odpad
PVC	polyvinylchlorid
RA	rádioaktívny
RaL	rádioaktívne látky
RAO	rádioaktívny odpad
RÚ RAO	Republikové úložisko rádioaktívnych odpadov
SE-EMO	Slovenské elektrárne, a.s., odštepný závod Mochovce
SR	Slovenská republika
ŠK	špeciálna kanalizácia
ŠOV	špeciálna očistka vody
TSÚ RAO	technológie spracovania a úpravy rádioaktívnych odpadov
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
ÚVZ SR	Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky
VBK	vláknobetónový kontajner
VJP, VP	vyhoreté jadrové palivo
VT	vysokotlakový
VUJE	VUJE, a.s.
VVER	vodo-vodný energetický reaktor
VZT	vzduchotechnika, vzduchotechnický
Z.z.	Zbierka zákonov
ŽP	životné prostredie

ÚVOD

Kapitola 14 [I.1] je súčasťou predprevádzkovej bezpečnostnej správy MO34. Popisuje vhodnosť prostriedkov a postupov na bezpečné nakladanie so všetkými druhmi rádioaktívnych odpadov, ktoré budú produkované v priebehu celej životnosti zariadenia podľa požiadaviek jednotlivých vyhlášok ÚJD SR. Obsahuje popis kontroly odpadov v súlade s koncepciou minimalizácie vzniku kvapalných RAO a s novou koncepciou systému radiačnej kontroly. Predkladaná kapitola ďalej stanovuje jednotný postup a zásady pri manipulácii s RAO, ktoré budú vznikať počas prevádzky zariadení 3. a 4. bloku JE Mochovce, možnosti minimalizovania odpadov ako aj možnosti spracovania a úpravy rádioaktívnych odpadov. Záver správy popisuje prostriedky skladovania odpadov a stručne analyzuje stav ukladania upravených rádioaktívnych odpadov.

Kapitola je vypracovaná v súlade s BNS I.1.2/2014 [II.1], resp. s dokumentom MAAE [II.2].

Opis nakladania s RAO odráža plnenie požiadaviek všeobecne záväzných predpisov ÚJD SR predovšetkým zákona č. 541/2004 Z.z. [II.3]. V § 21 sú definované viaceré povinnosti, za ktoré zodpovedá producent RAO. Z nich možno zdôrazniť potrebu zabezpečenia minimalizovania účinkov ionizujúceho žiarenia na obsluhu, obyvateľstvo a ŽP pri nakladaní s RAO. Ďalšou požiadavkou nakladania s RAO je potreba pohľadu na vlastnosti ovplyvňujúce jadrovú bezpečnosť, ako sú toxicita, horľavosť, výbušnosť a iné nebezpečné vlastnosti RAO (§ 21 ods. 3). Jednou z najdôležitejších požiadaviek je odporúčenie, že tvorba RAO a nakladanie s RAO sa musia riadiť organizačnými a technickými opatreniami tak, aby sa ich množstvo a aktivita udržiavali na najnižšej racionálne dosiahnuteľnej úrovni (§ 21 ods. 4). Ďalšie požiadavky uvedeného paragrafu sa týkajú úložiska, nakladania upravených RAO v ňom ako aj nakladania s IRAO.

14 OPIS NAKLADANIA S RÁDIOAKTÍVNymi ODPADMI

14.1 Druhy RAO

Rádioaktívne odpady sú zákonom č. 541/2004 Z.z. [II.3] definované ako akékoľvek nevyužiteľné materiály v plynnej, kvapalnej alebo pevnej forme, ktoré pre obsah rádionuklidov v nich alebo pre úroveň ich kontaminácie rádionuklidmi nemožno uviesť do životného prostredia. Hmotnostné aktivity jednotlivých rádionuklidov, umožňujúce uvádzanie týchto materiálov do životného prostredia sú definované zákonom č. 87/2018 Z.z. [II.8].

Rádioaktívne odpady je možné deliť z viacerých hľadísk.

14.1.1 Rozdelenie odpadov podľa rádioaktivity

Klasifikácia RAO podľa rádioaktivity je založená na princípe ich ukladania. Je definovaná vyhláškou ÚJD SR č. 30/2012 Z.z. [II.5]. Podľa aktivity sa odpady z KP a zo všetkých pracovísk mimo KP SE-EMO, kde vzniká rádioaktívny odpad, rozdeľujú na:

- **Prechodné rádioaktívne odpady**, ktorých aktivita počas skladovania vzhľadom na veľmi krátku dobu polpremeny poklesne pod limitnú hodnotu na ich uvádzanie do životného prostredia.
- **Veľmi nízkoaktívne rádioaktívne odpady**, ktorých aktivita je mierne vyššia ako limitná hodnota na ich uvádzanie do životného prostredia, obsahujú prednostne rádionuklidy s krátkou dobou polpremeny, prípadne aj rádionuklidy s dlhou dobou polpremeny v nízkej koncentrácii, ktoré si pri ukladaní vyžadujú nižší stupeň izolácie od životného prostredia systémom inžinierskych bariér alebo nevyžadujú použitie inžinierskych bariér a doba inštitucionálnej kontroly úložiska je kratšia ako v prípade povrchového typu úložiska rádioaktívnych odpadov.
- **Nízkoaktívne rádioaktívne odpady**, ktorých priemerná hmotnostná aktivita rádionuklidov s dlhou dobou polpremeny, najmä rádionuklidov emitujúcich alfa žiarenie, je nižšia ako 400 Bq/g, maximálna hmotnostná aktivita rádionuklidov s dlhou dobou polpremeny, najmä rádionuklidov emitujúcich alfa žiarenie, je lokálne nižšia ako 4 000 Bq/g, neprodukurujú zostatkové teplo a po úprave spĺňajú limity a podmienky bezpečnej prevádzky pre povrchový typ úložiska rádioaktívnych odpadov.
- **Strednoaktívne rádioaktívne odpady**, ktorých priemerná hmotnostná aktivita rádionuklidov s dlhou dobou polpremeny, najmä rádionuklidov emitujúcich alfa žiarenie, sa rovná 400 Bq/g alebo je vyššia, môžu produkovať zostatkové teplo a opatrenia na jeho odvod sú nižšie ako v prípade vysokoaktívnych rádioaktívnych odpadov a po úprave nespĺňajú limity a podmienky bezpečnej prevádzky pre povrchový typ úložiska rádioaktívnych odpadov.
- **Vysokoaktívne RAO**, ktorých priemerná hmotnostná aktivita rádionuklidov s krátkou i dlhou dobou polpremeny, najmä rádionuklidov emitujúcich alfa žiarenie, prevyšuje hodnoty stanovené pre nízkoaktívne a strednoaktívne rádioaktívne odpady, sú uložitelné len v hlbinnom type úložiska rádioaktívnych odpadov, pričom opatrenia na odvod zostatkového tepla predstavujú významný faktor pri projektovaní týchto úložísk.

S odpadmi z KP a zo všetkých pracovísk mimo KP SE-EMO, kde vzniká rádioaktívny odpad, sa v SE nakladá primerane ich aktivite v súlade s vyššie uvedenou klasifikáciou:

- **Prechodné RAO** sa skladujú dočasne, pokiaľ ich aktivita poklesne pod limitnú hodnotu pre uvedenie do životného prostredia. U týchto odpadov majoritné nuklidy majú dobu polpremeny maximálne stovky dní (cca do 5 rokov), preto je rozumné ich skladovať a následne po poklese rádioaktivity uvoľniť do ŽP.

- **Veľmi nízkoaktívnych a nízkoaktívnych odpadov** sa v prevádzke vyprodukuje najväčšie množstvo. Najčastejšie sú to mäkké odpady, ďalej nízkoaktívne aerosólové filtre (najmä z miestností očístiek rádioaktívnych kvapalných médií), časť tvrdých odpadov, časť pevných odpadov z prevádzky a údržby, a prevažná časť kvapalných RAO, časť koncentrovaných zvyškov a ďalšie. Veľmi nízko a nízko aktívne RAO sú po finálnej úprave uložitelné v RÚ RAO, pokiaľ priemerná hmotnostná aktivita rádionuklidov s dlhou dobou polpremeny, najmä rádionuklidov emitujúcich alfa žiarenie, je nižšia ako 400 Bq/g, maximálna hmotnostná aktivita rádionuklidov s dlhou dobou polpremeny, najmä rádionuklidov emitujúcich alfa žiarenie, je lokálne nižšia ako 4 000 Bq/g a neprodukuje zostatkové teplo.
- **Strednoaktívne RAO**, ktoré sa vyprodukujú z prevádzky SE EMO tvoria niektoré aktivované časti reaktora, ako sú napr. tieniace kazety.
- Produkcia **vysokoaktívnych odpadov** podľa vyššie uvedenej klasifikácie sa počas bežnej prevádzky elektrárne nepredpokladá.

14.1.2 Rozdelenie odpadov podľa skupenstva

RAO sa líšia formou, úrovňou rizika, miestom pôvodu atď. Z hľadiska skupenstva rozoznávame:

- a) pevné,
- b) kvapalné,
- c) plynne RAO.

Rádioaktívne odpady každého skupenstva vyžadujú od prevádzkovateľa špecifický prístup pri zhromažďovaní, triedení, skladovaní, pri spracovaní a úprave. Pevné RAO vznikajú počas prevádzkovania JE stykom pevných materiálov s aktívnymi médiami.

Kvapalné RAO predstavuje široká škála odpadových vôd vznikajúcich nielen pri prevádzke JE, ale taktiež pri údržbe a rôznych opravách technologického zariadenia.

Plynné RAO sú špecifickým prípadom. Vznikajú počas prevádzky jadrových zariadení a je problematické ich zachytávať. Plynné RAO sú odsávané ventilačnými systémami spolu so vzdušninou, prečisťované sú s cieľom zachytenia pevných mikročastíc a častí rádionuklidov na filtroch a organizovaným spôsobom vypúšťané do atmosféry na základe daných smerných hodnôt, špecifikovaných pre konkrétne rádionuklidy. V prípade, ak to má zmysel, sa takéto plyny na určitý čas zadržia v oneskorovacích kolónach a po dosiahnutí limitných hodnôt rádioaktivity sa vypúšťajú do atmosféry.

14.1.3 Rozdelenie odpadov podľa pôvodu a miesta vzniku

Podľa pôvodu a miesta vzniku odpadu sa delia na:

- a) odpady, ktoré prišli do styku s chladivom primárneho okruhu, chladivom bazéna skladovania, odpadovými vodami, rádioaktívnymi koncentrátmi a kalmi.
- b) ostatné odpady.

14.1.4 Rozdelenie odpadov podľa spôsobu spracovania a konečnej úpravy

Podľa spôsobu spracovania a úpravy sa odpady rozdeľujú do nasledovných druhových skupín:

- a) pevné, spáliteľné, voľne sypané v sudoch,
- b) pevné, spáliteľné, balené v polyamidových vreckách určených k dávkovaniu do spaľovacieho zariadenia,
- c) kvapalné, spáliteľné,
- d) lisovateľné pod vysokým tlakom,

- e) pevné, určené k vloženiu do vláknobetónových kontajnerov (VBK) bez spracovania – RAO fixovaný v bitúmenovej matrici do sudov, v cementovej matrici do sudov, v inej spojovacej matrici a RAO nespevnený fixáciou,
- f) pevné, zmiešané, určené k vytriedeniu pred ďalším spracovaním,
- g) pevné, určené k nízkotlakovému lisovaniu,
- h) kvapalné, nespáliteľné,
- i) materiály a odpady, ktoré možno charakterizovať ako nekontaminované materiály, určené na zníženie rádioaktivity a prehodnotenie charakteristiky RAO.

Ďalšie rozdelenie odpadov podľa spôsobu spracovania a úpravy je nasledovné [I.20]:

- pevné spáliteľné voľne sypané v sudoch,
- pevné spáliteľné balené v oranžových polyamidových vreckách, určených k dávkovaniu do spaľovacieho zariadenia,
- kvapalné spáliteľné,
- lisovateľné pod vysokým tlakom,
- bez spracovania - RAO fixované v bitúmenovej matrici v sude,
- bez spracovania - RAO fixovaný v cementovej matrici v sude,
- bez spracovania - RAO fixovaný v inej spojovacej matrici,
- bez spracovania - RAO nespevnený fixáciou,
- pevné zmiešané určené k vytriedeniu pred ďalším spracovaním,
- pevné určené k nízkotlakovému lisovaniu,
- kvapalné nespáliteľné,
- rádioaktívne odpady biologického pôvodu s rizikom infekcie pochádzajúce zo zdravotníctva a výskumu,
- použité uzatvorené žiariče,
- zvláštne rádioaktívne odpady,
- materiály a odpady, ktoré možno charakterizovať ako nekontaminované materiály, určené na zníženie rádioaktivity a prehodnotenie charakteristiky RAO.

14.2 Inventár RAO

14.2.1 Plynné RAO

14.2.1.1 Vznik rádioaktívnych plynov

Plynné RAO predstavujú rádioaktívne prvky v plynnom skupenstve, rozptýlené čiastočky, alebo aerosóly. Ich množstvo a zloženie je určované najmä aktivitou zo systémov odsávania technologických zariadení a prevádzkových miestností. Zachytené plynné RAO sú zadržané v oneskorovacích kolónach a po určitej dobe, keď ich aktivita klesne na požadovanú úroveň, sú uvoľňované vo forme plynných výpustí. Plynné RAO predstavujú v porovnaní s ostatnými druhmi RAO zrejme najmenší problém. Súvisí to s ich pomerne krátkymi dobami polpremeny obsiahnutých rádionuklidov a nízkou biologickou účinnosťou.

Plynné RAO sú tvorené najmä týmito komponentmi:

- a) vzácne rádioaktívne plyny,
- b) trícium,
- c) rádioaktívne aerosóly,
- d) rádionuklidy jódu a ostatných halogénov,
- e) ^{14}C .

V procese stabilnej prevádzky MO34 podstatná časť rádioaktívnych plynov uniká z odvetšňovacieho systému primárneho okruhu. Počas procesu prečisťovania chladiva primárneho okruhu na čistiacich staniciach dochádza k zhromažďovaniu neskondenzovateľných rádioaktívnych plynov, ktoré sú odsávané do systému špeciálnej očistky rádioaktívnych plynov. Pre vypúšťanie plynných látok do atmosféry sú rozhodnutím ÚVZ SR [1.28] stanovené smerné hodnoty, ktorých cieľom je zabezpečiť, aby výpuste za akýchkoľvek prevádzkových stavov MO34 nespôsobili v celej lokalite JE Mochovce prekročenie stanovených hodnôt efektívnej dávky u jednotlivcov z obyvateľstva.

Smerné hodnoty pre plynné výpuste pre SE-EMO:

1. zmes rádioizotopov vzácných plynov (ľubovoľná zmes) $4,1 \cdot 10^{15}$ Bq/rok,
2. rádioizotop jódu (^{131}I) $6,7 \cdot 10^{10}$ Bq/rok,
3. zmes rádioizotopov s dobou polpremeny dlhšou ako 8 dní v aerosóloch okrem ^{131}I $1,7 \cdot 10^{11}$ Bq/rok.

Vzduch s obsahom rádioaktívnych plynov, prachu a rádioaktívnych aerosólov sa prečisťuje v systéme pre čistenie vzduchu. Vzdušina postupuje cez adsorpčné filtre a cez oneskorovacu linku, kde sa predíži rezidenčný čas rádioaktívnych emisií tak, že umožní prirodzenú premenu rádionuklidov s krátkou dobou polpremeny pred ich uvoľnením do atmosféry.

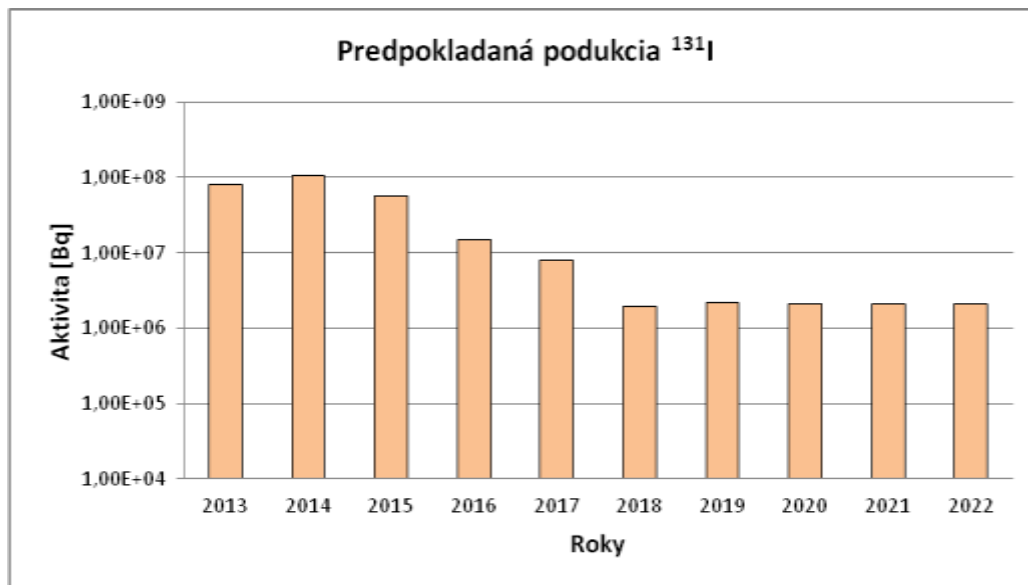
14.2.1.2 Množstvo, rádionuklidové zloženie a iné vlastnosti plynných výpustí

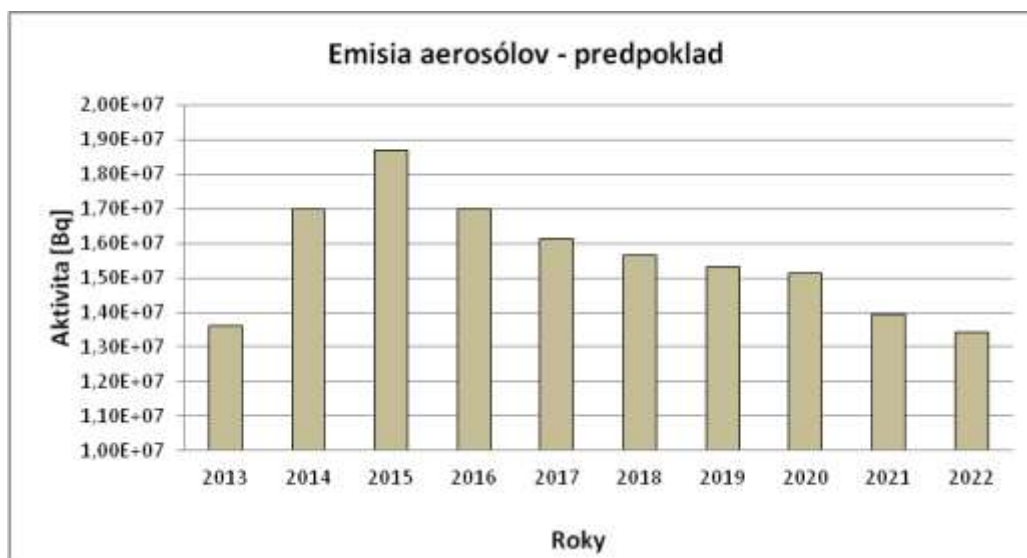
Na základe dlhodobého sledovania plynných výpustí z 1. a 2. bloku JE Mochovce možno stanoviť orientačné hodnoty plynných výpustí z 3. a 4. bloku JE Mochovce. Na Obrázok 14.2-1, Obrázok 14.2-2 a Obrázok 14.2-3 sú znázornené stĺpcové grafy predpokladanej produkcie vzácných rádioaktívnych plynov, jódu ^{131}I a rádioaktívnych aerosólov za prvých 10 rokov prevádzky blokov MO34.

Obrázok 14.2-1: Predpokladané emisie rádioaktívnych vzácnych plynov na prvých 10 rokoch prevádzky MO34



Obrázok 14.2-2: Predpokladané emisie rádioaktívneho jódu za 10 rokov prevádzky MO34



Obrázok 14.2-3: Predpokladané emisie rádioaktívnych aerosólov za 10 rokov prevádzky MO34

Tabuľka 14.2-1 ukazuje predpokladané množstvá plyných výpustí do atmosféry za 40 resp. 60 rokov prevádzky MO34 za predpokladu, že nenastane abnormálny stav prevádzky blokov vedúci k nekontrolovanému úniku rádioaktívnych látok do atmosféry. Sumárne aktivity sú stanovené výpočtom na základe podkladov reálnych ročných plyných výpustí do atmosféry pre EMO12 a smerné hodnoty sú predpokladané rovnaké, ako pre EMO12, ktoré boli stanovené rozhodnutím ÚVZ SR [I.28].

Tabuľka 14.2-1: Predpokladané množstvo plyných výpustí rádioaktívnych látok do atmosféry za 40, resp. 60 rokov prevádzky MO34 a porovnanie s príslušnou smernou hodnotou [I.3]

Plynný výpust	Sumárna aktivita za 40 rokov prevádzky [Bq]	Sumárna aktivita za 60 rokov prevádzky [Bq]	Predpokladaná smerná hodnota MO34 [Bq.rok ⁻¹]
Vzácne RA plyny	3,49E+14	5,24E+14	4,1E+15
Jód ¹³¹	1,11E+09	1,67E+09	6,7E+10
Aerosóly	6,21E+08	9,32E+08	1,7E+11

14.2.2 Kvapalné RAO

14.2.2.1 Vznik kvapalných RAO

Kvapalné RAO tvoria objemovo najväčšiu časť prevádzkových rádioaktívnych odpadov. Obsahujú najmä izotopy štiepných a korózných produktov. Časť z týchto odpadov je možné po prečistení znovu použiť, alebo vypustiť z areálu JE, zvyšné odpady je nutné špeciálnymi technológiami upraviť do formy vhodnej pre uloženie v príslušných úložiskách. Kvapalné RAO nepoužiteľné a neuvolniteľné z areálu JE Mochovce predstavujú koncentráty z odparovacej stanice, vysýtené ionomeniče a kaly. Pre tieto odpady je charakteristické, že vznikajú ako druhotné RAO pri spracovaní znovu použiteľných vôd a sú to predovšetkým veľmi nízko až nízko aktívne koncentrované zvyšky.

Ku kvapalným odpadom zaraďujeme:

- rádioaktívne koncentráty (vrátane dekontaminačných roztokov),
- vysýtené ionomeniče,
- rádioaktívne kaly a sedimenty,
- rádioaktívne látky na báze ropných produktov (oleje a rozpúšťadlá).

Hlavné zložky kvapalných odpadov z prevádzky blokov MO34 sú:

- a) roztok kyseliny boritej, do ktorého sú zahrnuté:
 - neorganizované úniky zo zariadení I.O.,
 - drenáž vôd I.O. pri zaistovaní zariadení do opravy,
 - odpúšťanie chladiva I.O. pri odvodušňovaní zariadenia I.O.,
- b) regeneračné roztoky vzniknuté pri činnostiach v súvislosti s obnovovaním ionovýmenných vlastností ionexových náplní čistiacej staníc,
- c) časť neaktívnych kvapalín – technická voda, demivoda, pitná voda, kondenzát,
- d) čistiace roztoky – rôzne saponáty a rozpúšťadlá (napr. technický lieh), ktoré vznikajú pri čistení a odmasťovaní zariadení v KP počas opráv.

Pri čistení kvapalných rádioaktívnych médií vznikajú okrem vyčisteného produktu zahustené KRAO, ktoré sú premiestnené do nádrží skladovania kvapalného rádioaktívneho odpadu. Systém zahŕňa nasledujúce nádrže: sedimentačnú nádrž, prepádovú nádrž, nádrž na opotrebované ionexy, rezervnú nádrž na ionexy, dve nádrže na koncentrát, rezervnú nádrž na koncentrát, manipulačnú nádrž na ionexy a dva monžiky.

V procese prevádzky blokov sú produkované tiež kvapalné organické rádioaktívne odpady, ako oleje, hydraulické kvapaliny, rozpúšťadlá, chladiace médiá. Tieto odpady sú zhromažďované podľa druhu do obalov, s ktorými je možné ručne manipulovať (PE plastové kanistre, PE 50 l súdky a pod.). Tieto obaly sú vkladane do štandardných oceľových 200 l sudov. Sudy v oceľových paletách sú vkladane do kobky, ktorá je vybavená oceľovou oblicovkou.

14.2.2.2 Množstvo, rádionuklidové zloženie a iné vlastnosti KRAO

Celkové aktivity rádionuklidov v chladive primárneho okruhu sú uvedené v PpBS kapitola 11.02 [I.32] (Tabuľka 11.2-7). Predpokladá sa, že využitím opatrení pre minimalizáciu tvorby odpadu a optimalizáciu prevádzky, aplikovaných na EMO12, sa vyprodukovaný kvapalný odpad bude pohybovať na hodnote rádovo niekoľko desiatok m³/rok.

Tabuľka 14.2-2: Bilancia predpokladanej ročnej produkcie KRAO a celková aktivita rádionuklidov pre MO34 [I.3]

Koncentrát	
Priemerné množstvo	rádovo niekoľko desiatok 20 m ³ /rok
Celková aktivita	2,1E+05 – 2,1E+07 Bq/l
Izotopické zloženie	90 % ¹³⁷ Cs, 10 % ⁶⁰ Co
Soľnosť	200 g/l
Nízkoaktívne ionexy	
Priemerné množstvo za rok	5 m ³ /rok
Celková aktivita	1,00E+07 – 1,00E+09 Bq/l
Izotopické zloženie	80 % ¹³⁷ Cs, 20 % ⁶⁰ Co
Veľmi nízkoaktívne ionexy	
Priemerné množstvo za rok	2,7 m ³ /rok
Celková aktivita	1,00E+02 – 1,00E+04 Bq/l
Izotopické zloženie	100 % ¹³⁷ Cs

Tabuľka 14.2-3 ukazuje odhad celkového množstva KRAO, ktoré vyprodukuje MO34 za 40, resp. 60 rokov prevádzky.

Tabuľka 14.2-3: Odhad celkovej produkcie KRAO pre MO34 za 40, resp. 60 rokov prevádzky [I.3]

Druh KRAO	Množstvo KRAO za 40 rokov [m ³]	Množstvo KRAO za 60 rokov [m ³]
koncentráty	800	1 200
veľmi nízkoaktívne ionexy	108	165
nízkoaktívne ionexy	200	300
organické látky	4	6
kaly	60	90
sedimenty	6	9
Spolu KRAO	1178	1770

14.2.3 Pevné RAO

14.2.3.1 Vznik PRAO

V procese uvádzania do prevádzky a počas prevádzkovania jadrových blokov budú vznikať pevné RAO, ktoré možno ďalej rozdeliť na suché a vlhké. Suché PRAO predstavujú zmesi rôznych materiálov kontaminovaných do rôznej úrovne (drevo, papier, textil, umelé hmoty, kov, stavebné materiály, tepelná izolácia, vložky VZT filtre a pod.). Vlhké PRAO vznikajú v procese spracovania KRAO, sú tvorené napr. mokrymi handrami z opráv a dekontaminácií zariadenia.

Pevné RAO vznikajú v JE buď pri styku pevných materiálov používaných v príslušnom zariadení s aktívnymi médiami, ako je napríklad chladivo v primárnom okruhu (kontaminácia), alebo priamym vplyvom rádioaktívneho žiarenia, pri ktorom sa pevné materiály stávajú zdrojmi ionizujúceho žiarenia (aktivácia). Vznikajú predovšetkým pri údržbárskych prácach. Tvoria ich vymenené časti technologických zariadení, pracovné náradie, stavebný materiál atď. Niektoré z nich je možné dekontaminovať a znovu použiť, iné je nutné spracovať a uložiť na RÚ RAO Mochovce. Osobitnú kategóriu predstavujú aktivované časti zariadenia a kontaminované časti stavebných konštrukcií, ktoré bude potrebné likvidovať pri vyradovaní jadrovej elektrárne z prevádzky.

Projektové údaje o produkcii pevných RAO pre bloky MO34 uvažujú s množstvom rádovo niekoľko stoviek m³/rok pre uskladňovanie RAO [III.11]. V percentuálnom zastúpení jednotlivých druhov PRAO (podľa objemu) platí približne nasledujúce rozloženie:

- 60% tvorí lisovateľný odpad,
- 30% tvorí nelisovateľný odpad,
- 10% sa zachytáva na filtroch a vykurovacích, ventilačných a klimatizačných systémoch.

Kovové RAO

Počas spúšťania a najmä v priebehu prevádzky blokov MO34 dochádza k tvorbe pevného rádioaktívneho odpadu, ktorý je nespáliteľný. K tomuto druhu patrí z väčšej miery kovový odpad, ktorý sa produkuje predovšetkým počas odstávok, opráv zariadenia resp. generálnych opráv blokov. Odpad tvoria kovové časti zariadení (jednotlivé časti alebo zostavy systémov), drobné kovové časti (napr. zvyšky po fragmentácii, opravách zariadení a pod.), drôty, zvaracie elektródy, elektrické vodiče, ručné nástroje, plechové obaly náterových hmôt, použité prípravky, diely lešení, spojovací materiál, rôzne prístroje atď. Tieto odpady v prípade, že nie sú uvoľniteľné do ŽP, budú vložené do 200 l oceľových sudov a pripravené na lisovanie, po spracovaní a úprave budú uložené v RÚ RAO Mochovce.

Povrchovo neuložiteľné RAO

Povrchovo neuložiteľné budú predovšetkým kovy, ktoré nespĺňajú akceptačné kritériá pre povrchové uloženie. Tieto odpady budú po období skladovania uložené v hlbinnom úložisku. K týmto odpadom patria najmä materiály, ktoré pochádzajú z oblasti aktívnej zóny reaktora a počas rokov prevádzky boli aktivované. Hlavnými komponentmi odpadov sú:

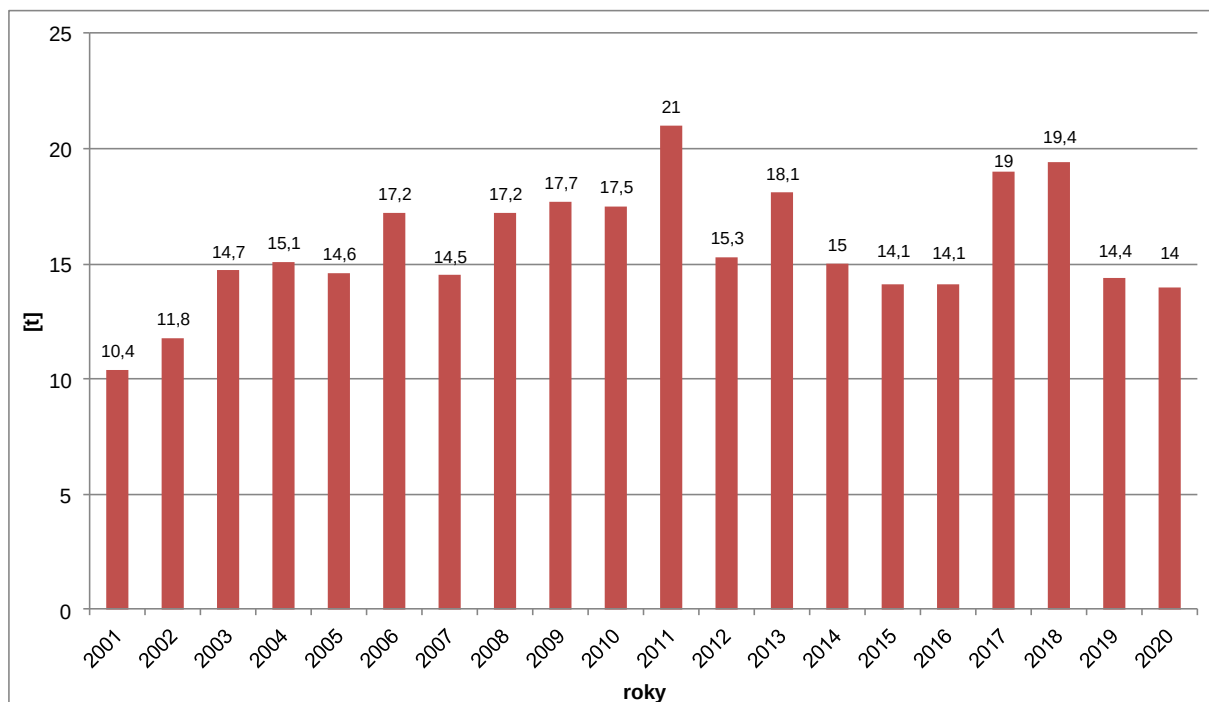
- časti z oblasti aktívnej zóny,
- spojovacie tyče,
- absorbátory,
- strednoaktívne kaly pochádzajúce z čistenia dna tlakovej nádoby reaktora,
- montážne zostavy regulačných kaziet,
- vnútroreaktorové meracie sondy.

Tento odpad nie je zahrnutý do skupiny prevádzkových odpadov, lebo bude likvidovaný súčasne s vyraďovaním reaktora a primárneho okruhu jadrovej elektrárne. Komponenty, ktoré musia byť premiestnené počas prevádzky, sú zahrnuté do skupiny prevádzkových odpadov, ako napríklad absorpčné časti regulačných kaziet. Tieto časti budú v prípade potreby vybraté z reaktora v čase odstávky bloku a premiestnené do prepravného kontajnera pre palivo. Absorpčné časti regulačných kaziet budú skladované vo vymieracej šachte v hermetických puzdrách. Opatrované spojovacie tyče, poškodené tlmiče dopadu, meracie sondy a iné budú skladované podobne.

14.2.3.2 Množstvo, rádionuklidové zloženie a iné vlastnosti PRAO

Podľa druhu RAO sa predpokladá za 40, resp. 60 rokov prevádzky blokov MO34 produkcia odpadov, ktorú ukazuje Tabuľka 14.2-4: . Pri odhade množstiev sa vychádzalo z hodnôt pevného RAO, vyprodukovaných za jednotkové časové obdobie blokov EMO12, následne prepočítané na predpokladanú dobu prevádzkovania MO34.

Obrázok 14.2-4: Tvorba PRAO od roku 2001 a predpoklad tvorby PRAO do roku 2020 [I.4]



Tabuľka 14.2-4: Predpokladaná produkcia PRAO v MO34 za 40, resp. 60 rokov prevádzky [I.3]

Druh odpadu	MJ	Množstvo za 40 rokov	Množstvo za 60 rokov
Spáliteľný PRAO	[kg]	244 000	366 000

Lisovateľný PRAO	[kg]	284 000	426 000
Kovový PRAO	[kg]	132 000	198 000
Mokrý handry	[kg]	6 500	10 000
Netriedený PRAO	[kg]	148 500	240 000
Spolu pevné PRAO	[kg]	815 500	1 240 000

Tabuľka 14.2-5 ukazuje predpokladané množstvá nekontaminovaných materiálov, vzduchotechnických filtračných vložiek a odpadu, ktorý bude na základe podlimitnej aktivity možné uvoľniť do ŽP.

Tabuľka 14.2-5: Predpokladané množstvá odpadov vyprodukovaných počas 40, resp. 60 ročného obdobia prevádzky blokov MO34, ktoré môžu byť uvoľnené do ŽP v prípade neprekročenia limitu [I.3]

Druh odpadu	MJ	Množstvo za 40 rokov	Množstvo za 60 rokov
Nekontaminovaný materiál	[kg]	235 000	353 000
VZT filtračné vložky	[ks]	5 450	8 175
RAO uvoľnený do ŽP - spolu	[kg]	240 000	360 000

14.2.4 Odpadové vody uvádzané do ŽP

14.2.4.1 Vznik odpadových vôd

Odpadová voda s prítomnosťou rádionuklidov veľmi nízkej aktivity vzniká kondenzáciou pár z úpravy rádioaktívnych kvapalných médií. Ďalšími zdrojmi veľmi nízkoaktívnych kvapalných odpadov sú: špeciálna očišťka vôd, úprava kondenzátu turbín, regeneračné roztoky zo stanice odluhov PG a zariadenia v prevádzkovej budove. Rádioaktívne kvapalné odpady sa po úprave a splnení limitov pre uvoľnenie do životného prostredia zbierajú podľa rôznych typológií v potrubiach, ktoré ústia do odpadového potrubia a ním odchádzajú samospádom do rieky Hron. Do tohto potrubia zaústňujú tiež splaškové a priemyselné vody po prečistení a dažďová kanalizácia. Odpadové vody prechádzajú cez objekt merania odpadových vôd. V spoločnom zberači sa vykonáva meranie množstva vypúšťaných odpadových vôd, a tiež radiačná kontrola vypúšťaných vôd v rozsahu stanovených parametrov vydaných ÚVZ SR, ktorú zabezpečuje stanička kontroly odpadových vôd. Z hľadiska objemu vypúšťané vody s podlimitnou aktivitou predstavujú ročne priemerne 40 000 m³. Na základe monitorovania kvapalných výpustí v priebehu 10 rokov prevádzky blokov EMO12 bola vytvorená Tabuľka 14.2-6 v kapitole 14.2.4.2 s očakávanými hodnotami aktivít a celkových množstiev kvapalných výpustí pre bloky MO34. Predpokladá sa zníženie priemerného ročného množstva vypúšťaných rádioaktívnych kvapalných látok pri ustálenej prevádzke MO34 (27 500 m³/rok) na základe prijatia opatrení pre minimalizáciu tvorby RAO [I.6].

14.2.4.2 Množstvo, rádionuklidové zloženie a iné vlastnosti odpadových vôd

Predpokladané hodnoty vypúšťaných kvapalných rádioaktívnych látok do hydrosféry pri rovnovážnej prevádzkovej kampani uvádza Tabuľka 14.2-6. Tabuľka 14.2-7 uvádza predpokladané ročné limity pre vypúšťanie kvapalných rádioaktívnych látok.

Tabuľka 14.2-6: Predpokladaná aktivita a množstvo vypustených kvapalných rádioaktívnych látok za rok pri rovnovážnej prevádzkovej kampani pre dva bloky MO34 [I.3]

Trícium		Aktivačné, korozívne a štiepne produkty		Množstvo vypúšťanej vody
Výpust [Bq]	% ročného limitu	Výpust [Bq]	% ročného limitu	[m ³]
1,03E+13	85,8	5,0E+07	4,54	27 500

Tabuľka 14.2-7: Predpokladané ročné limity pre vypúšťanie rádioaktívnych kvapalín za normálnej prevádzky MO34 [I.3]

Ukazovateľ	Ročný limit [Bq]	Koncentračný limit [Bq.l ⁻¹]
Trícium	1,2 E+13	1,00E+05
Aktivačné, korózne produkty	1,1 E+09	40

14.3 Minimalizovanie hromadenia odpadov

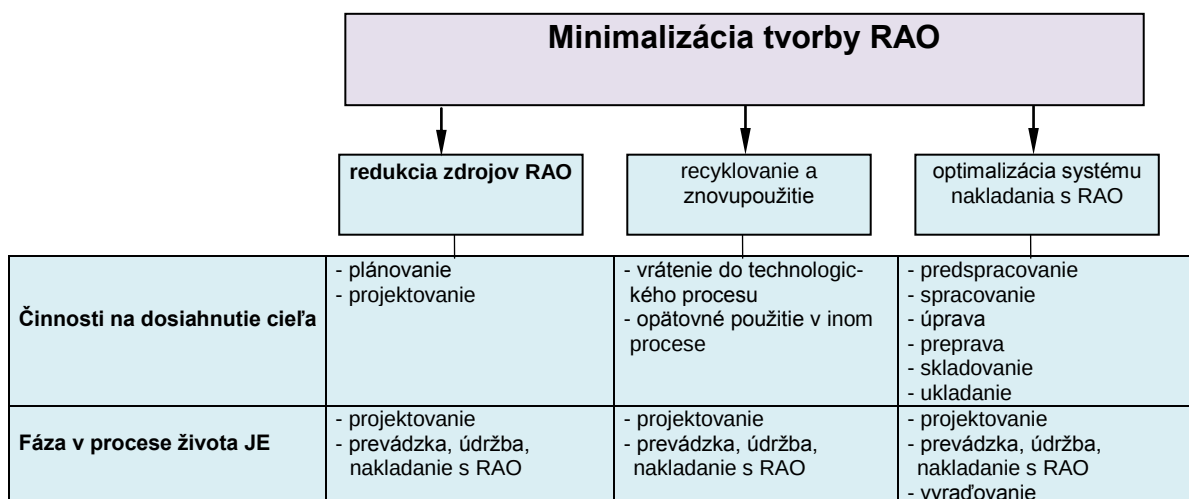
Podkapitola popisuje organizačné, technické a technologické opatrenia pre minimalizáciu tvorby RAO podľa Plánu nakladania s RAO a VJP a v súlade s prevádzkovými predpismi EMO12.

14.3.1 Princípy minimalizácie odpadov

Minimalizácia produkcie rádioaktívnych odpadov predstavuje súhrn technických, technologických a organizačných opatrení smerujúci k redukcii objemu odpadov vznikajúcich v kontrolovanom pásme [I.25], [I.26].

Schematické znázornenie zásad minimalizácie tvorby RAO je uvedené na nasledujúcom obrázku.

Obrázok 14.3-1: Zásady minimalizácie tvorby RAO



Minimalizácia tvorby RAO musí byť zohľadnená [I.25], [I.26]:

- pri projektovaní zariadení a modifikácii zariadení,
- v celom procese prevádzkovania elektrárne,
- v oblasti nakladania s RAO,
- v celom procese prípravy a realizácie údržby,
- v oblasti prípravy pracovníkov.

14.3.1.1 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti projektovania

Minimalizácia tvorby RAO je zohľadnená už pri návrhu/modifikácii technologických zariadení a plánovaní činností vykonávaných v kontrolovanom pásme. Pre minimalizáciu tvorby RAO platia nasledovné základné zásady, ktoré sú dané [I.25], [I.26]:

- vhodnou voľbou materiálov odolných voči korózii,
- výberom zariadení s maximálnou možnou životnosťou, zariadenia sú konštruované tak, aby v prípade poruchy bolo možné ľahko ich nahradiť a pri ich prevádzke je produkované minimum sekundárnych odpadov,
- výberom zariadení s minimálnou potrebou údržby a maximálnym možným intervalom údržby,
- používaním materiálov s kvalitným povrchom, ktorý umožňuje ich ľahkú dekontamináciu,

- e) voľbou progresívnych dekontaminačných metód, ktoré znižujú spotrebu dekontaminačných roztokov,
- f) používaním materiálov, ktoré je možné spracovať pri dosiahnutí najmenšieho objemu RAO pre ich uloženie alebo ich je možné znovu použiť,
- g) používaním bezúnikov zariadení,
- h) dbaním na správne oddelenie aktívnych a neaktívnych systémov, neaktívne systémy sú riešené tak, že nedochádza k nátokom neaktívneho média do špeciálnej kanalizácie,
- i) navrhovaním technologických potrubných systémov, nádrží a zariadení je uplatňované drenážovanie do systému, ktorý umožní návrat média do technologického procesu,
- j) zabezpečením monitorovania procesu tvorby, spracovania a skladovania RAO.

14.3.1.2 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti prevádzky

Minimalizácia tvorby RAO je zohľadňovaná v celom procese výkonu a riadenia prevádzky. Pre prevádzku platia nasledovné základné zásady a postupy, ktoré [I.25],[I.26]:

- a) obmedzujú vnášanie materiálov do kontrolovaného pásma, ktorý nesúvisí s pracovnou činnosťou (obaly, nástroje a pod.),
- b) umožňujú vykonávanie dôsledného triedenia odpadov vzniknutých v kontrolovanom pásme,
- c) vylepšujú prevádzku technologického zariadenia analýzou zistených nedostatkov (eliminovať úniky zo zariadení, čerpadiel, armatúr a pod.),
- d) dôsledne zabezpečujú detekciu únikov do špeciálnej kanalizácie,
- e) optimalizujú rozsah chemických odberov a analýz,
- f) optimalizujú režim prevádzky špeciálnych očistiek vôd tak, aby sa predĺžila životnosť ionexových náplní,
- g) prevádzkujú systémy pre zber a spracovanie plyných odpadov tak, aby nedochádzalo k nekontrolovateľnému zníženiu účinnosti filtrov,
- h) koordinujú práce pri plánovaní odstávok a opráv technologických zariadení tak, aby nedochádzalo k viacnásobnému drenážovaniu systémov,
- i) používajú sa iba overené a povolené dekontaminačné, čistiacie a náterové chemické látky,
- j) práce v kontrolovanom pásme sú organizované a vykonávané tak, aby vznikajúce odpady a ožiarenie pracovníkov pri zaobchádzaní s RAO boli na takej nízkej úrovni, ako je rozumne dosiahnuteľné s uvážením ekonomických a sociálnych podmienok (princíp ALARA),
- k) vykonávajú dekontamináciu na čo najnižšiu rozumnú úroveň tak, aby dekontaminácia bola účelná a ekonomicky efektívna,
- l) kontrolujú udržiavanie poriadku v kontrolovanom pásme.

14.3.1.3 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti nakladania s RAO

Základné prístupy k minimalizácii RAO v oblasti zaobchádzania s RAO sú [I.25],[I.26]:

- a) odpady uložiť a nechať prirodzene poklesnúť aktivitu rádionuklidov,
- b) odpady zredukovať a zafixovať,
- c) odpady zriediť a uviesť do životného prostredia.

Prvé dva prístupy vyžadujú, aby bol RAO dočasne uskladnený tak, aby sa zabránilo jeho prípadnému úniku do životného prostredia. Tretí prístup je legitímnou praxou pri zaobchádzaní s RAO, ktorý musí byť vykonávaný v rámci povolených smerných hodnôt stanovenými dozornými orgánmi.

V oblasti nakladania s RAO platia nasledovné zásady [I.25],[I.26]:

- a) charakterizovať druh, množstvo a aktivitu odpadov, aby bolo možné identifikovať činnosti, miesta, resp. pracovné skupiny s nadmernou tvorbou RAO,
- b) správne zaraďovať odpady do kategórií podľa aktivity (nesprávne zaradenie do vyššej kategórie môže zvýšiť finančné náklady na samotný proces nakladania s RAO),
- c) správne zaraďovať odpady do kategórií podľa ďalšieho nakladania s nimi,

- d) sušiť mokré odpady tak, aby sa zabránilo zmene ich vlastností,
- e) triediť odpad na rádioaktívny a prechodne rádioaktívny odpad, odpad spĺňajúci legislatívne kritériá uvádzať do životného prostredia.

14.3.1.4 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti prípravy údržby a realizácie údržby

Pri príprave a realizácii údržby stavebných objektov, technologického zariadenia, systému merania a regulácie, elektrických systémov, systémov automatík a dozimetrických systémov platia nasledovné zásady [I.25],[I.26]:

- a) vylepšovať systém prípravy a realizácie údržby analýzou zistených nedostatkov a následnou zmenou predpisov, ktorá vyplýva z prijatých nápravných opatrení,
- b) zabrániť rozptylu aktivity počas opráv, udržiavať čistotu pracoviska,
- c) dodržiavať zásady vykonávania prác nad otvoreným I.O. (zamedzenie vnikaniu nečistôt do chladiča I.O.),
- d) opätovne používať rádioaktívne kontaminované náradie a iné pomôcky pri prácach v kontrolovanom pásme a skladovať ich v určených priestoroch,
- e) vyhodnocovať odstávky blokov z pohľadu tvorby RAO,
- f) vykonávať kontrolu pohybu materiálu cez hranicu kontrolovaného pásma, aby sa zamedzilo vnášaniu predmetov, ktoré nesúvisia s činnosťou v kontrolovanom pásme, resp. môžu byť likvidované mimo kontrolovaného pásma ako čistý odpad,
- g) zabezpečiť zodpovednosť realizátorov, ktorí vykonávajú činnosti v kontrolovanom pásme (vrátane zmluvných dodávateľov) za produkciu RAO.

14.3.1.5 Princípy minimalizácie tvorby RAO v oblasti prípravy pracovníkov

V oblasti prípravy zamestnancov sú zavedené a uplatňované nasledovné zásady [I.25],[I.26]:

- a) zabezpečenie vzdelávania pracovníkov formou pravidelných školení tak, aby sa zabezpečila ich zodpovednosť v oblasti nakladania s RAO a minimalizácie tvorby RAO,
- b) zabezpečenie intenzívneho školenia o nakladaní s RAO a minimalizácii tvorby RAO pred jednotlivými odstávkami,
- c) všetci pracovníci, ktorí vykonávajú alebo plánujú vykonávať práce v kontrolovanom pásme, musia byť preukázateľne vyškolení zo systému nakladania s RAO, zásad minimalizácie tvorby RAO, ako aj zo zásad dodržiavania čistoty a poriadku na pracovisku,
- d) zásady nakladania s RAO a zásady minimalizácie tvorby RAO musia byť povinné aj pre dodávateľské organizácie.

14.4 Systém zberu RAO

Organizácia zberu a skladovania odpadov je vykonávaná v MO34 podľa platných vnútorných predpisov, ktoré sú vypracované v súlade s právnymi požiadavkami a rozhodnutiami dozorných orgánov. V areáli JE Mochovce je vybudovaný centrálny sklad odpadov. Zberné miesta na jednotlivé druhy odpadov sú označené. Odpady sú zhromažďované na pracovisku len na nevyhnutnú dobu pred ich dočasným uskladnením v centrálnom sklade odpadov, zabezpečenom proti úniku škodlivých látok.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 30/2012 Z.z. pre zber a triedenie rádioaktívnych odpadov platia nasledovné zásady:

- a) počas prevádzky a vyradovania MO34 sa zisťujú pri rádioaktívnych odpadoch ich charakteristické vlastnosti a určuje sa vhodný systém ich triedenia,
- b) rádioaktívne odpady sa zberajú a roztrieďujú podľa spôsobu ich ďalšieho spracovania a úpravy a s ohľadom na ich aktivitu a fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti,
- c) ak je to technicky možné, zber a triedenie sa vykonávajú priamo v mieste vzniku rádioaktívnych odpadov,
- d) obalové súbory určené na zber rádioaktívnych odpadov sa označujú tak, aby bolo zrejmé, aké rádioaktívne odpady obsahujú.

14.4.1 Zber KRAO

Zber rádioaktívnych odpadových vôd je riešený systémom špeciálnej kanalizácie, potrubnými trasami, čerpadlami a nádržami v samostatných projektových riešeniach. Odpadové vody sú zbierané v zberných nádržkách odpadových vôd. Následne postupujú do sedimentačnej nádrže odkiaľ sú po sedimentácii prepravované prepadom do prepadovej nádrže.

V MO34 nakladanie s kvapalnými rádioaktívnymi odpadmi je nasledovné:

- a) Uvádzanie rádioaktívnych kvapalných látok po ich úprave a následnej chemickej a rádiochemickej kontrole do ŽP.
- b) Prečistenie rádioaktívnych odpadov pre ich opätovné technologické použitie.
- c) Zahustenie neuvolniteľných a nevyužiteľných kvapalných odpadov v odparke a ich skladovanie v nádržkách skladovania koncentrátov.

Kvapalné odpady vyprodukované počas prevádzky MO34, ktoré nemôžu byť uvoľnené do ŽP, sú spracované na čistiacich staniciach.

Zber a čistenie aktívnych odpadových vôd zabezpečujú systémy čistiacej stanice. Základnými spôsobmi čistenia odpadových vôd je mechanické čistenie, čistenie na ionexových filtroch a destilácia. Týmto postupmi sa z aktívnych médií odstraňujú produkty štiepenia a aktivácie v rozpustnej aj nerozpustnej forme, výnimku tvorí trícium, ktoré sa z čistených médií nedá odstrániť (nadbilančné tríciové vody sa po nariadení vypúšťajú do priemyselnej kanalizácie). Okrem vyčistených kvapalných médií, ktoré sa vracajú do procesu vznikajú v procese čistenia odpadových vôd rádioaktívne odpady, ktoré sú dočasne skladované a následne upravované do formy vhodnej na ich trvalé uloženie:

- rádioaktívny koncentrát,
- vysýtené ionexové hmoty,
- rádioaktívne kaly.

Nečistoty sú postupne odstraňované z vyššie uvedených rádioaktívnych odpadov pomocou sedimentácie, ďalšej filtrácie a odpady sú zhromažďované v nádržiach odpadových vôd, kde sú homogenizované a chemicky upravované pred spracovaním na odparke. Systém špeciálnej kanalizácie, prepady vody z nádrží čistého kondenzátu a nádrží bórneho koncentráту sú sústreďované do zbernej nádrže odpadových vôd. Čerpadlá zbernej nádrže odpadových vôd prečerpávajú vody potrubnou trasou do sedimentačnej nádrže. V prípade ak aktivita a chemická kvalita kondenzátu zodpovedá príslušným požiadavkám, kondenzát obsiahnutý v kontrolných nádržiach môže byť prečerpávaný do nádrže čistého kondenzátu alebo vypustený do systému priemyselnej kanalizácie. V opačnom prípade je obsah nádrže prečerpávaný do nádrže odpadovej vody na prepracovanie. Táto kontrola teda rozhoduje o tom, či kondenzát je vrátený späť na prepracovanie, na recirkuláciu do systému čistého kondenzátu primárneho okruhu, alebo je riadene vypustený do systému priemyselnej kanalizácie po niekoľkonásobnom riedení.

Rádioaktívny koncentrát ako ďalší produkt odparky je pomocou monžíka dopravený do uzatvorených skladovacích nerezových nádrží, ktoré sú zaradené do systému filtrácie vôd primárneho okruhu, sú hydraulicky prepravené potrubnou trasou na miesto spracovania. Pre zber a skladovanie vysýtených ionexov slúži nádrž. Na spracovanie kalov slúži fixačná a manipulačná jednotka, ktorá zahŕňa komplex zariadení pre plnenie, homogenizáciu produktu a manipuláciu s homogenizačnou jednotkou.

14.4.2 Zber PRAO

Pevný odpad, ktorý vzniká počas prevádzky jadrových blokov MO34 je triedený podľa aktivity na odpad rádioaktívny a odpad uvoľniteľný do ŽP. Rádioaktívny odpad sa triedi ešte v závislosti od spôsobu ďalšieho nakladania s ním. Platí zásada, že každý odpad, ktorý vzniká v KP sa pokladá za potenciálne rádioaktívny. Vyprodukovaný RAO vstupuje do systému toku aktívnych materiálov a po premiestnení z miesta zberu sa dočasne skladuje v priestoroch vzniku RAO, alebo v iných, na to určených skladovacích priestoroch.

PRAO vznikajúce počas prevádzky MO34 sú zhromažďované v stabilných zberných miestach, okrem toho sú pre tento účel zriadené aj dočasné zberné miesta v prípade potreby. Dočasné zberné miesta sú obvykle zriaďované v čase zvýšenej tvorby PRAO, napr. počas rozsiahlejších opráv zariadení, generálnych opráv blokov a pod. V zberných miestach musia byť označené priestory, resp. obaly pre konkrétny druh odpadu tak, aby mohlo byť PRAO triedené už pri vkladaní do vyznačených obalov. Naplnené obaly (napr. vrecia alebo sudy) sú utesnené a v najkratšom možnom termíne sú prepravované prepravnými prostriedkami do miesta krátkodobého skladovania. Z priestorov krátkodobého skladovania sú PRAO premiestňované do skladu PRAO, ktorý je umiestnený v objekte skladovania. Sklad je projektovaný tak, aby bol zamedzený únik škodlivých látok do okolitého priestoru.

14.4.2.1 Zberné miesta

Štandardné zberné miesto je vybavené označenými obalmi určenými na zhromažďovanie odpadu podľa druhov PRAO, podľa dávkového príkonu a spôsobu jeho likvidácie. Trvalé zberné miesta RAO na jednotlivých pracoviskách v KP vytvára útvar podpory prevádzky závodu. Trvalé zberné miesta vytvárajú tiež útvary (chémia, radiačná kontrola, elektro...), ktoré majú trvalé pracovné miesta v KP a ktorí sa starajú o tieto zberné miesta. Umiestnené sú v uzamykateľných priestoroch. Na zberných miestach sú vytvorené podmienky pre separovaný zber respirátorov, spáliteľných odpadov (osobné ochranné pracovné prostriedky, handry, papier a pod.), mokrých handier zo sanitárnych uzlov a nekontaminovaných materiálov.

Dočasné zberné miesta sú účelne vytvárané pre práce vykonávané na R-príkaz, je možné ich vytvárať aj pri vykonávaní bežnej opravárenskej, resp. údržbárskej činnosti. Za tieto zberné miesta sú zodpovední príslušní vedúci prác. Odpad určený na spracovanie je potom umiestnený v uzatvárateľných obaloch (debnách) a prepravený na dočasné uskladnenie.

Okrem toho na hygienických slučkách sú vytvorené zberné miesta aktívneho prádla na strane kontrolovaného pásma. Tieto miesta slúžia iba na zber ochranných odevov, resp. obuvi, nie sú určené na odpady, ktoré vznikli pri práci v KP.

Zber a skladovanie odpadu

Odpad určený na spracovanie je umiestnený v kovových uzatvárateľných kontajneroch, alebo v kovových uzatvárateľných dopravných vozíkoch. Miesto pre skladovanie pevných rádioaktívnych odpadov je v miestnosti, ktorá slúži na prechodné uskladnenie prichádzajúcich PRAO. Tu sú pevné rádioaktívne odpady umiestnené v obaloch vložené do skladovacích obalov, t.j. do sudov alebo oceľových paliet. V týchto obaloch sú potom odváňané do miestnosti skladovania PRAO.

Oceľové ohradové palety majú rozmer 1000 x 500 x 300 mm a slúžia na skladovanie voľne loženého odpadu, ktorý sa z rôznych dôvodov dočasne neskladuje v oceľových 200 l sudoch. Oceľové mrežové palety majú rovnaký rozmer a skladujú sa v nich 200 l sudy s odpadom. Oceľové 200 l sudy sú určené na skladovanie PRAO a slúžia ako obaly odpadu na prepravu, prípadne sa aj predlisujú. S odpadmi ako PE kanistre, súdky a pod. slúžiacimi na zber, prenos a skladovanie kvapalných spáliteľných odpadov, ktoré nie je vhodné miešať s ostatným KRAO je nakladané ako s PRAO. VZT filtre sú skladované v paletách.

14.4.3 Triedenie PRAO

Triedenie PRAO podľa dávkového príkonu pomáha znížiť radiačnú záťaž personálu pri manipuláciách a umožňuje prípravu na uvedenie neaktívnych PRAO do ŽP [I.3], [I.2].

Dôležitým článkom v toku RAO je triedenie odpadov. Z hľadiska zníženia radiačnej záťaže personálu je pôvodca odpadov povinný vzniknuté odpady triediť na kategórie:

1. Prechodne aktívne odpady, ktorých povrchová rádioaktívna kontaminácia je menšia ako stanovená hodnota a dávkový príkon je na úrovni pozadia alebo menší – označujú sa ako „podmienečne aktívne odpady“. U pevných prechodne aktívnych RAO sú to odpady kovové, spáliteľné alebo stavebná sutina.
2. Pevné rádioaktívne spáliteľné odpady: textil, pracovné odevy, ochranné prostriedky, handry, buničina, papier, drevo, PE nápleky, fólie, vrecia, respirátory, ochranné štíty a pod.
3. Pevné rádioaktívne nespáliteľné odpady - drobné kovové odpady, izolácie, sklo, elektrické káble, tesnenia, PVC fólie, pozmetaný odpad.
4. Rádioaktívne kovové odpady - veľké kusy technologického zariadenia z ocele, čerpadlá, armatúry a pod.
5. Rádioaktívne mokré a vlhké odpady - mokré handry z dekontaminácií, upratovacích prác a pod.
6. Vzduchotechnické filtračné vložky a náplne.

14.4.3.1 Prvotné triedenie prechodných rádioaktívnych odpadov

Prvotné triedenie prechodných rádioaktívnych odpadov do skupín zaisťuje pôvodca odpadu priamo pri pracovnej činnosti. Odpad je triedený do 6 skupín:

1. Predpokladaný čistý, ktorý sa rozdeľuje do dvoch podskupín:
 - a) odpad, u ktorého pôvodca deklaruje, že nebol vnútorne kontaminovaný a je ho možné v zmysle zákona č. 87/2018 Z.z [II.8] uviesť do životného prostredia,
 - b) odpad, u ktorého sa nedá vylúčiť potenciálna vnútorná kontaminácia a môže byť uvedený do životného prostredia len na základe povolenia orgánu na ochranu zdravia.

Predpokladaný čistý odpad je zberaný do zelených PE - vriec označených štítkom „Čistý odpad“. Všetky predmety vnášané do kontrolovaného pásma - obaly od farieb, sprejové nádoby a iné predmety, ktoré je možné likvidovať ako predpokladaný čistý odpad, musia byť označené tak, aby bola možná identifikácia majiteľa zodpovedného za ich likvidáciu.

2. Spáliteľný - prechodný rádioaktívny odpad, zbiera sa do oranžových PE – vriec označených štítkom „Spáliteľný odpad“,
3. Lisovateľný – prechodný rádioaktívny odpad, zbiera sa do žltých PE – vriec označených štítkom „Lisovateľný odpad“,
4. Rozmerný kovový – kovový prechodný rádioaktívny odpad, ktorý sa nedá zberať v rámci spáliteľných a lisovateľných prechodných rádioaktívnych odpadov (armatúry, potrubia, plechy, časti čerpadiel a pod.), zbiera sa do žltých PE vriec a ukladá do suda alebo palety,
5. Rozmerný nekovový – prechodný rádioaktívny odpad, ktorý sa nedá zberať v rámci spáliteľných a lisovateľných prechodných rádioaktívnych odpadov (murivo, betón, sklená vata v matracochoch), zberá sa do žltých PE vriec a ukladá do suda alebo palety, avšak každý druh jednotlivo,
6. Mokrý handry - všetky mokré handry musia byť pred odovzdaním ručne vyžmýkané a zberajú sa oddelene do nerezových nádob alebo do 50 l súdkov vystlatých PE – vrecom.

Veľkorozmerné kovové a nekovové odpady fragmentuje pôvodca odpadu na maximálny rozmer 40 cm.

14.4.3.2 Primárna kontrola triedenia PRAO

Primárnu kontrolu PRAO vykonáva pôvodca PRAO v spolupráci s dozimetristom.

Prvotne vytriedené odpady sú zhromažďované na zberných miestach PRAO. Radiačné monitorovanie PRAO zabezpečuje dozimetrista, ktorý vykoná prenosnými prístrojmi radiačné premeranie obalu s odpadmi, prípadne jednotlivých kusov odpadu. Zároveň vykoná kontrolu správnosti a úplnosti vyplnenia údajov pôvodcom odpadu a vyplní štítkové údaje o radiačných parametroch obalu s odpadom.

Z hľadiska spôsobu likvidácie PRAO, ktoré sú produkované počas prevádzky MO34, sú prvotne triedené do dvoch nasledujúcich skupín:

a) odpad spáliteľný:

- buničina - papier kartónový, vlnitý, vata,
- textilný materiál - vyradené pracovné obleky, textilné ochranné rukavice, handry z dekontaminácie,
- umelé hmoty, okrem PVC - polyetylénové fólie a nápleky, polystyrénové a polypropylénové materiály, plexisklové ochranné štíty, ochranné prilby, PE kanistre a obaly (prázdne),
- ochranná kožená obuv,
- gumový materiál z mäkkej gumy - čižmy, gumové rukavice, laboratórne hadice, tesnenia,
- drevo,
- náplň adsorbérov (aktívne uhlie),

b) odpad nespáliteľný:

- kovové časti zariadenia,
- drobný kov (zvyšky z fragmentácie a opráv zariadení), drôty, zváracie elektródy, elektroinštalačný materiál, drobné náradie, krabice, časti lešenárskych rúrok, rôzne prístroje),
- materiály z PVC, podlahové krytiny (plast betóny),
- teflónový materiál,
- materiál z tvrdej gumy (hadice, rôzne podložné gumy),
- sklo, sklenená vata z izolácií,
- stavebný materiál,
- filtračné vložky.

14.4.3.3 Miesto zberu a triedenia PRAO v MO34

Z hľadiska minimalizácie nákladov je najvhodnejším riešením zber PRAO v miestnosti, ktorá slúži na prechodné uskladnenie prichádzajúcich PRAO. Tu sú PRAO tiež triedené a balené do oceľových 200 l sudov, sú monitorované a odosielané do spracovateľského centra, resp. uvoľňované do ŽP.

V objekte skladovania je pre podmiennečne neaktívne odpady zriadená kobka na organizované skladovanie pred uvoľnením do ŽP a skladovacia rezerva pre organizované skladovanie PRAO v 200 l sudoch bude tiež v jednej z kobiek.

Vložky zo VZT filtrov budú skladované v určenej kobke.

Ostatné odpady sú aj s obalom vložené do 200 l pozinkovaných sudov, resp. paliet.

Podmiennečne aktívne PRAO sú po hrubom vytriedení dopravené s pomocou ručných vozíkov na premeranie. Strednoaktívne odpady (t. j. odpady s príkonom dávky vyšším než 100 $\mu\text{Gy/hod.}$) sú čo najskôr umiestnené v kobke vyčlenenej pre organizované skladovanie PRAO.

Po hrubom vytriedení sú vrecia s odpadom premerané v triediacom karuseli. Merací cyklus triediaceho karuselu je riadený programovo a odpad je možné triediť do 4 voliteľných tried podľa hodnoty dávkového príkonu. Ako najvhodnejšia alternatíva bolo zvolené triedenie odpadu do troch skupín:

- a) I. skupina - odpad v tejto kategórii sa považuje za nekontaminovaný materiál a predpokladá sa, že väčšia časť tohto odpadu môže byť po následnej dozimetrickej kontrole - meraní povrchovej rádioaktívnej kontaminácie a spektrometrickej kontrole uvoľnená do životného prostredia.
- b) II. skupina - tento odpad postupuje na ďalšie triedenie v triediacom boxe, lebo je veľká pravdepodobnosť, že časť tohto odpadu je možné po následnej spektrometrickej kontrole uvoľniť do životného prostredia.
- c) III. skupina - tento odpad sa ďalej netriedi, je s ním nakladané ako s rádioaktívnym odpadom.

Odpad I. skupiny - nekontaminovaný materiál - po dozimetrickej kontrole (meranie povrchovej rádioaktívnej kontaminácie a gamaspektrometrickej kontrole) je dopravený do skladovacej kobky vyčlenenej pre neaktívny odpad a následne je expedovaný do životného prostredia. V prípade, že dozimetrická kontrola preukáže, že odpad neplní kritériá pre uvoľnenie do životného prostredia, je s ním nakladané ako s odpadom II. príp. III. skupiny [I.5].

Odpad II. skupiny je triedený v triediacom boxe tak, že jednotlivé predmety vysypané z obalu sú jednotlivo zhrnuté na meraciu plochu a po premeraní sú rozdelené na podmiennečne aktívne a nekontaminované materiály. Vytriedený nekontaminovaný materiál spadá do I. skupiny a je s ním nakladané vyššie uvedeným spôsobom [I.5].

Odpad III. skupiny a odpad II. skupiny vytriedený v triediacom boxe ako aktívny sa ďalej spracováva – a to lisovaním, príp. fragmentáciou a ukladá sa do sudov. Sudy po dozimetrickej kontrole - meraní povrchovej rádioaktívnej kontaminácie a spektrometrickej kontrole sú ukladané v kobke vyčlenenej pre skladovanie spracovaných pevných RAO [I.5].

Miesto skladovania PRAO sa nachádza v objekte skladovania RAO. Manipulácia s dovezeným PRAO je vykonávaná v určených miestnostiach. Tu sú PRAO v obaloch ukladané do skladovacích obalov, ktorými sú sudy alebo palety. V takomto obale je PRAO dopravený na skladovanie.

Pre spracovanie a úpravu PRAO je možné využiť niekoľko metód podľa druhu odpadu pri triedení na zberných miestach [I.5].

- a) handry - pranie a sušenie - vytriedené handry zo zberných miest sú vyprané v práčke a usušené v sušičke; po usušení je tento odpad roztriedený v triediacom boxe na aktívny a potenciálne neaktívny odpad, aktívny odpad je vložený do suda a zlisovaný pomocou hydraulického lisu,
- b) nelisovateľný odpad - aktívny odpad je vložený do suda,
- c) lisovateľný odpad - aktívny odpad (už po premeraní) je vložený do suda, lisovaný na hydraulickom lise,
- d) spáliteľný odpad (mimo handier) - tento druh odpadu je vytriedený na zberných miestach iba z dôvodov následného spracovania a spracovaný je ako lisovateľný odpad,
- e) vzduchotechnické vložky - tento druh odpadu je premeraný v mieste vzniku a aktívna časť tohto druhu odpadu je uložená vzhľadom k vymieraniu krátko žijúcich rádionuklidov do vyčlenenej kobky, ktorá je vybavená zostavou pre ohradové palety; neaktívny podiel tohto odpadu je po premeraní uvoľnený do životného prostredia,
- f) veľkorozmerný odpad - fragmentácia pomocou hydraulickej strihačky alebo píly, kedy sa rozmerný materiál delí na časti, ktoré je možné vložiť do suda; po premeraní je odpad roztriedený na aktívny a potenciálne neaktívny odpad, aktívny odpad je vložený do suda.

Z dôvodu minimalizácie tvorby PRAO je pracovisko ďalej vybavené dezintegrátorom plastových fólií.

Skladovacie priestory pre pevné RAO sú realizované ako súbor betónových šácht s hermetickými betónovými a oceľovými uzávermi. Pre organizované skladovanie PRAO sú vyčlenené štyri kobky [I.5] pre skladovanie:

- VZT vložiek pred ich spracovaním,
- pevného RAO po spracovaní pred jeho prepravou na finálnu úpravu,
- vytriedeného neaktívneho odpadu pred uvoľnením do životného prostredia,
- sudov s fixovaným kalom.

Tieto 4 kobky teda slúžia pre organizované skladovanie pevných RAO v paletách.

Na spracovanie a úpravu sa odpad odváža do príslušného spracovateľského centra. V prípade, že by skladovacie kapacity pre pevný odpad boli z nejakých dôvodov vyčerpané, je možné zostavu vybaviť aj ďalšími voľnými kobkami.

V rámci úpravy koncepcie nakladania s pevným RAO je vytvorená nová prepravná cesta, ktorá slúži na vyvážanie neaktívnych pevných odpadov, určených na uvoľnenie do životného prostredia, v sudoch/kontajneroch [I.24]. Prepravnú cestu tvorí manipulačný priestor na severnej fasáde objektu spracovania.

Prístavba manipulačného priestoru slúži pre príjazd prepravného prostriedku. Na dopravnom prostriedku je umiestnený ISO kontajner, do ktorého sú nakladané sudy s odpadom. Plnenie ISO kontajnerov je zvrchu, pomocou žeriavu s nosnosťou niekoľko t. Obsluha žeriavu sa pohybuje po lávke, priestor zakladania sudov (ISO kontajner) je doplnený prídavným zdrojom osvetlenia [I.5].

Na finálnu úpravu sa odpad odváža do určeného spracovateľského centra. Odpad určený na uvoľnenie do ŽP bude do doby odvozu organizovane skladovaný na paletách vo vyčlenenej skladovacej kobke. Pred prepravou (po premeraní na gamaspektrometrickom stende) bude odpad vložený do kontajnera na prepravu na uvoľnenie do ŽP. Pre jednoduchšiu manipuláciu a prepravu bolo navrhnuté používať dva oceľové kontajnery.

Popis manipulácie so sudmi s PRAO, popis manipulácie vkladania a vyberania sudov do skladovacích šácht je popísaný v pracovnej inštrukcii „Zásady medziskladovania PRAO v úložisku PRAO“ [I.5].

14.5 Zariadenia na skladovanie RAO

Zákon č. 541/2004 Z.z. [II.3] v § 21 odsek 3 uvádza, že s rádioaktívnymi odpadmi sa musí nakladať tak, aby sa:

- a) zachovala podkritickosť,
- b) zabezpečil odvod zostatkového tepla,

Očakávaná produkcia RAO počas prevádzky blokov MO34 nepredpokladá vznik takých druhov RAO, v prípade ktorých by pri štandardných postupoch nakladania hrozilo dosiahnutie kritickosti. Ak vzniknutý RAO produkuje teplo, ktoré nie je možné zanedbať, potom bol tento fakt zohľadnený pri navrhovaní konštrukcií a zariadení využívaných pri nakladaní s takýmto RAO, prípadne pracovných postupov nakladania s takýmto RAO.

14.5.1 Skladovacie zariadenia RAO

Systém skladovania RAO v MO34 využíva podobné skladovacie priestory, ktoré sú identické s obdobnými skladovacími priestormi a prostriedkami ako na EMO12.

Skladovanie RAO je riešené v súlade s § 9 vyhlášky ÚJD SR č. 30/2012 Z.z. pre KRAO i PRAO. To znamená, že RAO sú uskladnené oddelene od iných odpadov, chránené sú tak, že umožňujú ich dostupnosť a vyberateľnosť pri nezmenených vlastnostiach RAO. Kapacity skladovania zodpovedajú následným technológiám nakladania s nimi, s dostatočnou rezervou pre prípad potrebného preskladnenia. Vybavenie skladovacích priestorov pre PRAO a KRAO zodpovedá ich druhu, forme a množstvu. Stav skladovacích priestorov sa neustále sleduje, čo platí hlavne pre skladovanie KRAO.

14.5.1.1 Skladovanie KRAO

V systémoch čistiacich staníc KRAO je konečným výstupom zhromažďovanie a skladovanie zahustených rádioaktívnych koncentrátov a vysýtených ionexov v skladovacích nádržiach.

Skladovacie kapacity sú z dnešného pohľadu predimenzované a pozostávajú zo sústavy uzatvorených nerezových nádrží. Nádrže s rovnakým typom média sú navzájom zastupiteľné, v prípade netesnosti nádrže možno odčerpať úniky z podlahy príslušnej miestnosti do rezervnej nádrže podľa technologického predpisu pre čistenie odpadových vôd [I.21]. Všetky druhy KRAO sú tu skladované dočasne pred ich prepravou a spracovaním v určenom spracovateľskom centre.

14.5.1.1.1 Preprava a skladovanie aktívneho koncentrátu

Aktívny koncentrát produkovaný odparkou a doodparkou čistiacej stanice je dopravovaný z monžlika pomocou stlačeného vzduchu do nádrží alebo do rezervnej nádrže jednou z dvoch navzájom zameniteľných potrubných trás. Nádrže sú zaplňované postupne.

Kvapalné RAO sú na finálnu úpravu prepravované po potrubnom moste do skladovacích nádrží.

Potrubné trasy po moste sú uzatvoreným priestorom, pod potrubím je drenážny žliabok pre zachytenie prípadných únikov. Potrubný most je spádovaný, drenáže trás a drenážny žliabok sú vyvedené do drenážnej nádrže.

14.5.1.1.2 Preprava a skladovanie vysýtených ionexov

Preprava vysýtených nízkoaktívnych a strednoaktívnych živíc z filtrov špeciálnych očistiek vôd do nádrže ionexov sa realizuje hydrovyvážkou. Prebytočná prepravná voda prepadom steká do nádrže. Po uložení každej dávky ionexov do skladovacej nádrže je potrebné nádrž nepretržite prefukovať dusíkom.

Pred spracovaním sa ionexy najprv čerpajú pomocou čerpadiel do nádrže a potom pomocou ďalších čerpadiel a zmiešavacieho injektora po potrubnom moste do nádrže v objekte skladovania. Z tejto nádrže je možné prečerpať ionexy na miesto spracovania. Po moste sú vedené tri trasy na koncentráty a ionexy a jedna z nich slúži pre návrat prepravnej vody z prepravy ionexov. Všetky potrubné trasy sú vzájomne zastupiteľné.

Po ukončení prečerpávania je vždy vykonaný preplach použitých trás. Na preplach je použitá voda z prepadovej nádrže. Preplachy trás, po preprave ionexov a koncentrátov sú zaústené do určených nádrží. Preprava bude vykonávaná s obmedzeniami vzťahnutými na vonkajšie teplotné klimatické podmienky.

14.5.1.1.3 Sedimentácia odpadových vôd

Odpadové vody zhromažďované v zberných nádržiach odpadových vôd sú tie, ktoré sú prečerpávané do nových kontrolných nádrží podmienené aktívnych vôd. Kontrolné nádrže sú vybavené odbermi vzoriek; obsah nádrže je v prípade nevyhovujúceho výsledku z OV prečerpaný čerpadlami zberných nádrží odpadových vôd do sedimentačnej nádrže. Do sedimentačnej nádrže sú ďalej dopravované aktívne reagenty a použité regeneračné roztoky, kypriace a pracie vody a vody z regeneračných premývání jednotlivých čistiacich staníc. V nádrži mechanické nečistoty sedimentujú a prebytočná voda odteká do nádrže prepadu. Z nádrže prepadu je voda prečerpávaná čerpadlami cez mechanické filtre do nádrží odpadových vôd.

14.5.1.1.4 Skladovanie rádioaktívnych ropných produktov, olejov a organických rozpúšťadiel

Počas prevádzky MO34 vznikne určité množstvo kontaminovaných olejov. Predmetom nakladania s kontaminovanými ropnými produktmi nie je ich úprava, ale iba príprava na expedíciu pre ich prepravu do spracovateľského centra. Z prevádzkových skúseností 1. a 2. bloku JE Mochovce sa predpokladá celková produkcia rádioaktívnych olejov a riedidiel približne 10 m³ za celú životnosť dvojbloku.

Aktívne oleje, mazadlá a rozpúšťadlá sú zhromažďované do obalov, s ktorými sa dá manipulovať ručne (plastové kanistre, 50 l sudy). Plastové obaly s KRAO sú vkladané do štandardných 200 l oceleových sudov, bežne používaných pre PRAO. Sudy sú vkladané do štandardnej oceleovej palety na 4 sudy. Palety sú vkladané do kobky vybavenej oceleovou výstelkou, ktorá slúži pre organizované skladovanie olejov. Oceleový sud tvorí druhý a oceleová výstelka z konzervatívneho hľadiska tretí obal. Kobka je vybavená zostavou oceleovej konštrukcie, aby sa do nej dali zaväzať sudy v palete. Na manipuláciu so sudmi a paletami sú použité manipulačné prostriedky používané pre manipuláciu s PRAO popísané v podkapitole 14.5.2.

14.5.1.2 Skladovanie PRAO

Sklady slúžia na dočasné uskladnenie PRAO pred ich expedíciou na úpravu. Sklad PRAO je prevádzkovaný tak, že zabezpečuje zachovanie vlastností PRAO, ktoré podmieňujú ukladanie PRAO (zabránenie degradácie PRAO). Ďalšou funkciou skladu PRAO je zabránenie úniku rádioaktívnych látok do ŽP a zabezpečenie tienenia ionizujúceho žiarenia. Zároveň umožňuje dobrú manipulovateľnosť a vyberateľnosť skladovaných PRAO. PRAO sa umiestňujú do jedného z nasledujúcich druhov obalov:

1. Oceleové ohradové palety - voľne položené odpady, ktoré sa z rôznych dôvodov neskladujú v štandardných oceleových 200 l sudoch.
2. Oceleové mrežové palety - sú určené na ukladanie oceleových sudov, palety pre 4 ks sudov.
3. Oceleové 200 l sudy, v ktorých sa PRAO skladujú, merajú, lisujú a prepravujú.
4. PE kanistre, sudy rôznych objemov na zber, skladovanie kvapalných spáliteľných RAO, s ktorými sa nakladá ako s PRAO.
5. VZT filtračné vložky, ktoré sa skladujú na paletách.

14.5.1.2.1 Hlavné komponenty systému a ich umiestnenie

Zložisko PRAO je tvorené súborom betónových miestností. Na zavážanie odpadov slúžia stropné otvory opatrené hermetickým oceľovým uzáverom, resp. snímateľným stropným prekrytím. V rámci vykonávacieho projektu je pre zabezpečenie organizovaného ukladania PRAO a nekontaminovaných materiálov v MO34 riešené doplnenie oceľovej zostavy pre 200 l sudy v paletách do kobiek.

Miestnosti sú používané len na dočasné skladovanie PRAO pred ich uložením do kobiek s organizovaným ukladáním PRAO alebo pred ich odvozom do spracovateľského centra.

14.5.1.3 Skladovanie strednoaktívneho RAO

Strednoaktívne RAO sú skladované v úložisku absorpčných a predlžovacích častí riadiacich tyčí, ktorý sa nachádza v šachte pod podlahou reaktorovej sály.

Ukladacie kanály sú zhora uzavreté vyberateľnými zátkami s betónovou výplňou. Priestor medzi jednotlivými kanálmi je od horného rámu vyplnený betónovým tienením. Kanály a plášte zátek sú vyrobené z uhlíkovej ocele s ochranným náterom pre rádioaktívne žiarenie. Pre manipuláciu so strednoaktívnymi RAO sa používajú špeciálne puzdrá vkladané do otvorov so snímateľným vekom a premenlivou výškou v závislosti od veľkosti odpadu.

Do vymieracej šachty sa vkladajú absorpčné časti HRK, predlžovacie tyče, snímače pohltenej energie, termočlánky, ionizačné komory po prekročení životnosti a ďalšie drobnejšie predmety. Okrem týchto častí možno do skupiny strednoaktívnych odpadov zahrnúť vnútroreaktorové časti a kaly odstránené zo dna tlakovej nádoby reaktora, ktoré budú likvidované až po ukončení prevádzky blokov pri demontáži reaktorov.

14.5.2 Prepravné a manipulačné zariadenia v KP EMO

Prepravnými zariadeniami v rámci systému nakladania s odpadmi v KP EMO sú: paletové vozíky, ručné vozíky, káricky.

Týmito prepravnými zariadeniami sa zvažujú odpady zo všetkých zberných miest a miestností v priestoroch KP.

Manipulačnými zariadeniami v rámci KP, prípadne pri preprave PRAO sú:

- a) žeriav mostový podvesný jednonosníkový elektrický,
- b) kladkostroj elektrický,
- c) ručné kladkostroje.

Podvesné mostové žeriavy sú určené na manipulačné práce s časťami technologického zariadenia.

Ručné kladkostroje sú určené na montáž a demontáž niektorých technologických zariadení.

Zariadenia pre manipuláciu a prepravu spĺňajú požiadavky § 4 Vyhlášky ÚJD SR č. 431/2011 Z.z. [II.9]. Sú konštruované tak, aby sa zamedzilo ich zanášaniam kontaminovanými látkami, aby boli ľahko dekontaminovateľné a bola umožnená ich ľahká údržba, oprava, prípadne kontrola.

14.5.3 Ostatné prepravné zariadenia

Okrem uvedených prepravných a zdvíhacích zariadení sú v objekte skladovania RAO k dispozícii ďalšie zariadenia [I.5]: kontajner na zavážanie pevných RAO s príslušenstvom, koľajový voz 3000 kg, kliešte pre prenášanie sudov s traverzou, úchyt pre palety s nosnosťou 1000 kg, 2 nízkozdvižné vozíky, koľajnicový vozík, 2 ručné kladkostroje a prístroj pre manipuláciu so sudmi.

14.6 Kontrola odpadov

Pre zaručenie správnosti a bezpečnosti procesov spracovania a úpravy RAO ako aj uvoľňovania médií do ŽP je potrebné vykonávať ich dôslednú kontrolu. Vyhláška ÚJD SR č. 30/2012 Z.z. [II.5] v § 3 uvádza požiadavku nasledovného znenia:

V rozhodujúcich bodoch nakladania s rádioaktívnymi odpadmi držiteľ povolenia podľa § 5 ods. 3 písm. f) zákona č. 541/2004 Z.z. [II.3] odoberá, analyzuje a uchováva reprezentatívne vzorky pre zdokumentovanie a vyhodnotenie nakladania s rádioaktívnymi odpadmi.

Rádioaktívne vzorky s nižšími aktivitami sú skladované v prevádzkovej budove a s vyššími aktivitami v budove pomocných prevádzok. Rádioaktívne žiariče sa skladujú tak, aby príkon dávkového ekvivalentu na vonkajších stenách skladovacích priestorov neprekročil stanovené hodnoty. Rádioaktívne žiariče a etalóny sú evidované na serveroch informačnej siete v aplikácii SAP Nuclear. Je evidovaný dátum prijatia rádioaktívneho etalónu, typ a výrobné číslo, číslo certifikátu, nuklid, aktivita a kto etalón prijal. Osvedčenie uzavretého rádioaktívneho žiariča, sprievodný list otvoreného rádioaktívneho žiariča a certifikát sú uložené v dokumentácii pracoviska [I.34].

Podľa požiadaviek Vyhlášky 30/2012 Z. z. [II.5] je každý držiteľ povolenia povinný evidovať nakladanie rádioaktívnymi odpadmi. Presná špecifikácia uvedenej vyhlášky znie „držiteľ povolenia podľa § 5, odsek 3 písmeno f) zákona odoberá, analyzuje a uchováva reprezentatívne vzorky pre zdokumentovanie a vyhodnotenie nakladania s rádioaktívnymi odpadmi. Vzorky sa uchovávajú do prijatia rádioaktívnych odpadov na úložisko a vzorky z charakterizácie odpadov pri prevádzke úložiska sa uchovávajú do skončenia prevádzky úložiska.“

Plnenie týchto požiadaviek, ktoré sa týkajú odberu vzoriek, gamaspektrometrickej analýzy, charakterizácie RAO a deklarácie obsahu rádionuklidov v pevných aj kvapalných RAO je zabezpečená v zmysle internej dokumentácie – prevádzkovej inštrukcie „Deklarácia rádionuklidov v RAO odovzdaných z SE, a.s. do JAVYS, a.s. na spracovanie“. Táto inštrukcia presne definuje požiadavky na odber vzoriek, frekvenciu analýz, rozsah deklarovaných parametrov pre účely prepravy a spracovania na linkách JAVYS, a.s. Definovaný je rozsah analýz, ktoré sú vykonávané v SE interne a ktoré sú vykonávané v externých certifikovaných laboratóriách. Všetky výsledky a protokoly z gamaspektrometrických analýz sa archivujú v SE, a.s. minimálne do odovzdania RAO do JAVYS, a.s. Výsledky analýz o charakterizácii RAO a obsahu rádionuklidov, ktoré SE vykonávajú pre RAO určené na prepravu a spracovanie v JAVYS, sú v sprievodných listoch vždy odovzdané do JAVYS, a.s.

Požiadavky legislatívy na archiváciu samotných vzoriek RAO až do uloženia na RÚ RAO sú zabezpečené nasledovne:

- a) Pre pevné RAO, ktoré sú v SE, a.s. iba zberané, separované a skladované bez úprav, t.j. bez zmeny vlastností a charakteru RAO (ako spáliteľné, lisovateľné, kovové) sú požiadavky legislatívy zabezpečené spoločnosťou JAVYS na základe zmluvy o Jadrových službách medzi SE a JAVYS. JAVYS, a.s. zabezpečuje charakterizáciu RAO, deklaráciu obsahu rádionuklidov po finálnom spracovaní aj archiváciu vzoriek až do uloženia na RÚ RAO. Túto požiadavku plní JAVYS aj v zmysle legislatívy ako držiteľ povolenia na nakladanie s RAO.
- b) Pre RAO, ktoré sú v SE, a.s. upravované tak, že kľúčovým spôsobom sa menia charakteristiky a vlastnosti RAO pred odovzdaním do JAVYS, archiváciu vzoriek RAO by mali zabezpečiť SE, a.s. ako

producent až do doby odovzdania do JAVYS. Týka sa to špecifických odpadov ako rádioaktívne odpady (napr. kaly) fixované do SIAL matrice alebo použité ionexy špecifických vlastností, ktoré by boli fixované do SIAL matrice alebo inej. Požiadavka na archiváciu vzoriek takýchto špecifických RAO upravovaných v SE, bude doplnená do inštrukcie „Deklarácia rádionuklidov v RAO odovzdaných z SE, a.s. do JAVYS, a.s. na spracovanie“, v rámci revízie.

Systém archivácie rádioaktívnych vzoriek je popísaný v pracovnom postupe [I.35]. Vzorky určené na dlhodobú archiváciu sú uložené v určenej a uzamykateľnej miestnosti. V miestnosti je teplomer s vlhkomerom na orientačné monitorovanie podmienok skladovania (štandardné prostredie, nevyskytujú sa výkyvy teplôt a vlhkosti). Vzorky sú uchovávané v takých obalových materiáloch, aby sa zabránilo znehodnoteniu vzorky vplyvom vonkajších podmienok. Poverený pracovník má zodpovednosť za archiváciu, zber, triedenie a likvidáciu RAO vzniknutých na pracovisku. Vede tiež evidenciu odstraňovania vzoriek RAO. Podľa § 10 odseku 3 novely atómového zákona č. 143/2013 [II.10] má prevádzkovateľ JE povinnosť odovzdať vzorky RAO na spracovanie, úpravu a následné uloženie najneskôr do 12 mesiacov od ich vzniku.

V procese nakladania s RAO je v súvislosti s uchovávaním reprezentatívnych vzoriek RAO rozhodujúce zaistenie nasledovných bodov:

- spôsob skladovania vzoriek RAO, ktorý zaistí integritu, jednoznačnú identifikovateľnosť vzoriek ako aj radiačnú ochranu pracovníkov,
- prepravu vzoriek RAO v súlade s legislatívnymi predpismi do miesta ich spracovania,
- spracovanie a úprava vzoriek RAO do formy vhodnej pre uloženie na RÚ RAO.

Detailný popis jednotlivých procesov a technológií kontroly kvapalných, pevných a plyných RAO vrátane plyných výpustí do atmosféry je uvedený v texte jednotlivých podkapitol PpBS. Text podkapitol obsahuje informácie o odbere, analýze a úschove vzoriek RAO [I.11].

Zoznam meraní radiačnej kontroly je podrobne riešený vo vykonávacom projekte.

14.6.1 Kontrola kvapalných RAO

S ohľadom na kontrolu a spracovanie sa kvapalné rádioaktívne odpady rozdeľujú na [I.19]:

- a) odpadové vody, zbierané systémom špeciálnej kanalizácie do zberných nádrží odpadových vôd, ich prepracovaním na odparke vznikne koncentrát,
- b) kaly,
- c) vysýtené ionexové hmoty,
- d) oleje a organické rozpúšťadlá.

14.6.1.1 Kontrola odpadových vôd spracovateľných na odparke do formy rádioaktívneho koncentráту, kontrola kondenzátu a koncentráту

Hlavné zložky odpadových vôd spracovaných na odparke sú [I.21]:

- a) roztok kyseliny boritej,
 - neorganizované úniky zo zariadení I.O.,
 - drenáže zariadenia I.O. pri zaisťovaní do opravy,
 - chladiivo I.O. odpúšťané pri odvzdušňovaní zariadenia I.O.,
- b) regeneračné roztoky vzniknuté pri činnostiach spojených s obnovovaním ionovýmenných vlastností ionexových hmôt čistiacich staníc,
- c) časť neaktívnych kvapalín - technická voda, demi-voda, pitná voda, kondenzát,

d) čistiace roztoky - rôzne saponáty a rozpúšťadlá (technický lieh), používané na čistenie v kontrolovanom pásme.

Do zberných nádrží odpadových vôd je zvedená špeciálna kanalizácia a prepady nádrží nečistého kondenzátu. Čerpadlami odpadových vôd sa odpadové vody prečerpávajú do sedimentačnej nádrže .

V rámci zapracovania zmien Minimalizácie tvorby RAO je navrhnutý oddelený zber podmiennečne aktívnych vôd z „čistých“ priestorov JE. Nádrže sú konštrukčne upravené tak, že je umožnené tieto vody zberať oddelene. Podmiennečne aktívne vody sú prečerpávané čerpadlami podmiennečne aktívnych vôd.

Množstvo odpadových vôd v týchto nádržiach je kontrolované kontinuálnym meraním hladiny. Za účelom identifikácie zdrojov neorganizovaných únikov do špeciálnej kanalizácie je realizované:

- monitorovanie nátokov do ŠK na hlavných kolektoroch,
- sledovanie zmien koncentrácie H_3BO_3 v aktívnych častiach zberných nádrží (vykonávaním odberov vzoriek zo zberných nádrží odpadových vôd a sledovaním zmien koncentrácie H_3BO_3 , ktoré budú indikovať neorganizované úniky H_3BO_3 do ŠK, resp. pomocou meracích prístrojov koncentrácie bóru (tzv. bórmetrov) umiestnených na recirkulačných trasách).

Spoľahlivé monitorovanie nátokov médií do systému môže byť zaistené použitím: prehľadítok na vizuálne sledovanie prúdiaceho média, termickej sondy, ultrazvukovej metódy, merača vibrácií, resp. použitím optickej metódy.

Aktívny koncentrát produkovaný odpadkou a doodparkou systému čistenia rádioaktívnych odpadových vôd je dopravovaný z monžika pomocou stlačeného vzduchu do skladovacích nádrží systému. Nádrže koncentráta sa plnia postupne, počas zapíňania sú priebežne odoberané vzorky na chemickú a rádiochemickú analýzu (vrátane 19 závažných rádionuklidov, pre deklarovanie obsahu rádionuklidov v upravených RAO ukladaných v RÚ RAO) [III.5]. Pred odberom vzorky je obsah nádrže premiešaný vzduchom, pre odber vzorky koncentráta je určený odberový box. Vzorka koncentráta sa odoberie ihneď po odstavení miešania, výsledky sú zaznamenané v protokoloch analýz a sprievodných listoch pre finálnu úpravu koncentrátov v určenom spracovateľskom centre.

Vzorky kondenzátu odpadovej vody sa odoberajú z odpariek vždy po nábehu, pri normálnej prevádzke na pravidelnej báze.

Pri zvýšení aktivity nie je možné kondenzát vykurovacej pary odvádzať späť do II.O. Pri požiadavke na pokračovanie uzla sa kondenzát vypúšťa do špeciálnej kanalizácie [I.10].

V prípade, že je potrebné znížiť obsah trícia v I.O., vody z kontrolných nádrží sa vypúšťajú ako tzv. nadbilančné tríciové vody do priemyselnej kanalizácie. Kontrolné nádrže vypúšťajú pracovníci primárnej časti so súhlasom zodpovedného pracovníka dozimetrie. Pred začiatkom vypúšťania musia byť zmerané hodnoty objemovej aktivity vody a objemovej aktivity trícia.

Údaje o aktivitách vzoriek sa evidujú v Knihe vypúšťaných vôd.

O odpadových vodách vypúšťaných z kontrolných nádrží je vedená evidencia (sprievodný list) v rozsahu:

- a) dátum a čas začiatku vypúšťania,
- b) označenie kontrolnej nádrže,
- c) množstvo vypustenej vody,
- d) pomer riedenia (určí dozimetria),
- e) objemová beta aktivita v Bq/dm^3 (odd. chémie),
- f) objemová aktivita trícia v Bq/dm^3 (odd. chémie),

- g) dátum a čas ukončenia vypúšťania,
- h) označenie vzorky (odd. chémie).

Evidenciu odpadových vôd vypúšťaných z kontrolných nádrží zabezpečuje útvar prevádzky I.O.

Mesačné bilancie vypúšťaných vôd vedie útvar radiačnej kontroly prevádzky.

V mesačných bilanciách vôd vypúšťaných z kontrolných nádrží sa zaznamenáva:

- a) dátum vypustenia,
- b) množstvo vypustenej vody,
- c) objemová beta aktivita,
- d) objemová aktivita trícia.

Radiačná kontrola na výtoku odpadových vôd v spoločnom zberači z územia SE-EMO je zabezpečená v objekte „Združený objekt merania odpadových vôd“. Proces radiačnej kontroly je popísaný v kapitole 11.03 PpBS [I.33], ktorá obsahuje opatrenia proti neštandardným únikom odpadových vôd do životného prostredia.

V roku 1997 pred uvedením do prevádzky 1. a 2. bloku JE Mochovce [I.19] boli stanovené limitné podmienky pre aktivitu rádionuklidov v kvapalných výpustiach, ktoré sa vzťahovali na prevádzku všetkých štyroch blokov. Po uvedení do prevádzky EMO12 boli tieto limity aktualizované pre prevádzku dvoch blokov EMO12, naposledy v roku 2011 - Rozhodnutím ÚVZ SR v Bratislave č. OOPŽ/6773/2011 [I.28]. Podľa tohto rozhodnutia aktivita rádionuklidov vypustených v odpadových vodách za kalendárny rok nesmie prevýšiť smerné hodnoty pre:

- a) $1,2E+13$ Bq - pre trícium,
- b) $1,1E+09$ Bq - pre ostatné rádionuklidy.

Na účely bilancovania a hodnotenia dávkovej záťaže okolitého obyvateľstva je vo vypúšťaných vodách monitorovaná aktivita:

- a) rádionuklidov ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{57}Co , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{103}Ru , ^{106}Rh , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{124}Sb , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{141}Ce , ^{144}Ce , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am ,
- b) trícia.

Vyšetrovací úroveň pre aktivitu látok vypúšťaných v odpadových vodách je:

- a) $3,00E+07$ Bq/m³ - pre ostatné rádionuklidy,
- b) $4,00E+04$ Bq/m³ - objemová aktivita ostatných rádionuklidov (okrem trícia).

Zásahová úroveň pre aktivitu látok vypúšťaných v odpadových vodách je:

- a) $1,00E+08$ Bq/m³ - pre ostatné rádionuklidy,
- b) $4,00E+04$ Bq/m³ - objemová aktivita ostatných rádionuklidov (okrem trícia).

Pri prekročení vyšetrovacej úrovne je kontinuálne pre každú monitorovanú veličinu vykonaná podrobnejšia analýza a sú vyšetrené príčiny prekročenia vyšetrovacej úrovne. Ak sú príčiny prevádzkového alebo technologického charakteru, je zabezpečená realizácia opatrení na ich odstránenie a na zabránenie ich opakovania.

Pri prekročení zásahovej úrovne kontinuálne monitorovaných veličín je vykonaná podrobnejšia analýza aktivity vypúšťaných rádioaktívnych látok. Ak pre niektorý parameter, pre ktorý je stanovená smerná hodnota prekročí 5 násobok denného priemeru odvodeného z príslušnej smernej hodnoty, sú neodkladne vyšetrené príčiny a vykonané nápravné opatrenia tak, aby:

- a) nedošlo k prekročeniu smerných hodnôt a rádiologického limitu a
- b) bol preukázateľne dodržaný princíp optimalizácie radiačnej ochrany.

Rovnaký postup riešenia platí aj v prípade prekročenia zásahovej úrovne trícia v odpadových vodách.

Opatrenia proti neštandardným únikom odpadových vôd sú uvedené v kapitole 11.3 PpBS [I.33].

Monitorovanie a vyhodnotenie rádiologických dopadov výpustí a potenciálnych únikov z MO34 do životného prostredia sú popísané v kapitole 13 PpBS Vplyv JE MO34 na životné prostredie [I.31].

14.6.1.2 Kontrola rádioaktívnych kalov

Zdrojom rádioaktívneho kalu sú odpadové vody privádzané do sedimentačnej nádrže úložiska KRAO. Aktívne odpadové vody sú do sedimentačnej nádrže privádzané v závislosti na prevádzkovom režime:

- a) čerpadlami zberných nádrží odpadových vôd,
- b) čerpadlami, ktoré dopravujú aktívne roztoky z regenerácie ionexových filtrov úpravy turbínového kondenzátu.

Sedimentácia sa uskutočňuje usadzovaním hrubých mechanických nečistôt v sedimentačnej nádrži, prepadová voda preteká do nádrže prepadu.

Za účelom riadenia obsahu pevnej zložky v kalovej suspenzii pre proces fixácie kalov bolo v súlade s vykonávacím projektom realizované doplnenie dvoch nádrží, v ktorých je kal zo sedimentačnej nádrže zahusťovaný. Oddelená vodná fáza je odčerpávaná čerpadlom do nádrže prepadu, súčasťou je tiež odber vzorky zahusteného kalu.

Z dôvodu eliminácie počtu manipulácií s kalom a minimalizácie odpadov vznikajúcich pri manipuláciách s kalom je vo vykonávacom projekte riešená fixácia kalov do spevňovacej matrice v 200 l sudoch (fixácia „in-situ“).

Zahustený kal sa čerpadlom dopravuje do prevádzkovej nádrže kalu, z ktorej je čerpadlom dávkovaný do homogenizačnej jednotky, ktorá je súčasťou fixačnej a manipulačnej jednotky.

Fixačná a manipulačná jednotka zahŕňa komplex zariadení pre plnenie, homogenizáciu produktu a manipuláciu s homogenizačnou jednotkou. Obsahuje plniace veko s plniacimi hrdlami médií, odvodnú trasu napojenú do systému technologického odvodu, homogenizačnú jednotku so strateným miešadlom, odkvapovou miskou pod plniacimi miestami a dopravníkom pre naplnené sudy (vybaveným vážením naplnených sudov pod plniacim miestom).

V súlade s koncepciou minimalizácie tvorby KRAO a modernizácie systému dekontaminácia miestností a zariadení, je separácia kalov riešená pomocou uzla separácie použitých dekontaminačných roztokov, ktoré tvoria dve nádrže použitých dekontaminačných roztokov, čerpadlo kvapalnej fázy, čerpadlo kalov, potrubné trasy a armatúry. Do nádrží je privedené potrubie zberu použitých dekontaminačných roztokov od miest vykonávania dekontaminácie v dekontaminačných vaniach a z dekontaminácie komponentov primárneho okruhu v hermetickom priestore. Na túto zbernú trasu sú postupne zberané použité dekontaminačné roztoky a gravitačne sú privedené do zberných nádrží použitých dekontaminačných roztokov [I.13].

Spracovanie kalov z dekontaminácií je riešené rovnakým spôsobom ako spracovanie kalov zo sedimentačnej nádrže - fixáciou „in-situ“. Výsledný produkt fixácie musí spĺňať limity a podmienky pre príjem spevnených RAO upravovaných do VBK [III.1]:

- a) objemová beta/gama aktivita spevnených RAO bola stanovená na základe skúseností s fixáciou kalov zo sedimentačnej nádrže EBO JE V-2 (možno očakávať výrazne nižšie hodnoty),
- b) maximálna hmotnostná alfa aktivita nesmie v žiadnom mieste obalu s RAO prekročiť stanovenú hodnotu (výskyt alfa nuklidov vo zvýšenej koncentrácii v kaloch MO34 sa nepredpokladá - kritérium nebude pre fixačný proces kalov MO34 limitujúce),

- c) index vylúhovateľnosti (ANSI/ANS),
- d) pevnosť v tlaku po 28 dňoch zrenia.

Kontrola sedimentu odpadových vôd a kalov z dekontaminácií je riešená odberom vzorky z odsadzovacích nádrží kalu a fyzikálno-chemickou a rádiochemickou analýzou (vrátane 19 závažných rádionuklidov, pre deklarovanie obsahu rádionuklidov v upravených RAO ukladaných v RÚ RAO). Kontrola procesu fixácie kalu v 200 l sudoch je vykonávaná odberom vzorky výsledného produktu. Výsledky kontroly sú zaznamenané v protokoloch analýz kalu, spevneného kalu a sprievodných listoch 200 l sudov prepravovaných na úpravu do VBK.

14.6.1.3 Kontrola vysýtených ionexov

Na základe reálnej tvorby vysýtených ionexov v EMO12 a prevádzkovej kapacity spracovateľského centra je v MO34 riešené skladovanie nízko aktívnych ionexov v jednej spoločnej nádrži.

Kontrola vysýtených ionexov je vykonávaná v nasledujúcom rozsahu: priebežné sledovanie množstva vysýtených ionexov v skladovacej nádrži; odber vzorky ionexu z recirkulačnej trasy usadzovacej nádrže a rádiochemická analýza.

Takisto je možné odobrať vzorky ionexov priamo z filtrov.

Výsledky kontroly sú zaznamenané v protokoloch analýz a sprievodných listoch pre finálnu úpravu ionexov do VBK.

14.6.1.4 Kontrola olejov a organických rozpúšťadiel

Pôvodca kontaminovaných olejov, rozpúšťadiel vykonáva separáciu olejov, rozpúšťadiel podľa ich druhov do PE bandasiek, resp. PE súdkov do 50 dm³. Dozimetrista monitoruje príkon dávky na povrchu obalov, pôvodca oleja odoberie vzorku oleja na rádiochemickú analýzu oleja. Dozimetrista skontroluje vyplnenie štítkových údajov na obale s RAO.

V určenej miestnosti strojníci RAO príjmu obal s olejom len s protokolom o rádiochemickej analýze z útvaru rádiochémie, obal s olejom vložia do štandardného 200 l suda, ktorý následne vložia do kobky určenej pre dočasné skladovanie olejov. Strojníci RAO vedú evidenciu obalov s olejom v rozsahu:

- producent oleja,
- druh oleja,
- miesto vzniku oleja,
- množstvo oleja v obale,
- dátum vzniku kontaminovaného oleja,
- dátum radiačného merania odpadu,
- dávkový príkon,
- povrchová rádioaktívna kontaminácia,
- protokoly o rádiochemickej analýze oleja.

Oleje sú prepravované na spaľovanie v určenom spracovateľskom centre v 200 l sude a prepravnom kontajneri, ktorý spĺňa požiadavky prepravy po verejných komunikáciách (požiadavky „ADR - Európskej dohody o medzinárodnej cestnej preprave nebezpečných vecí“) [III.2].

Podľa súčasných prevádzkových skúseností EMO12 sa očakáva, že počas samotnej prevádzky MO34 v časovom horizonte 7,5 rokov vznikne cca 1,8 m³ kontaminovaného oleja (cca 245 l/rok). Pokiaľ by sa v

ďalších rokoch prevádzky EMO12 zistilo, že je efektívne kontaminované oleje spracovávať, bude budúca prevádzka MO34 doplnená o technológiu čistenia kontaminovaných olejov, t. j. extrakciou alebo filtráciou na ekofiltroch. Týmto postupom sa z olejov odstráni kontaminované mechanické nečistoty. Po prečistení sa môžu oleje ďalej likvidovať ekonomickejšie cez odpadové hospodárstvo MO34 ako nebezpečné odpady.

14.6.2 Kontrola pevných RAO

V realizačnom projekte je riešená primárna kontrola PRAO a triedenie PRAO v MO34 s využitím podobných monitorovacích prostriedkov ako v EMO12.

So všetkým pevným odpadom vznikajúcim v KP sa nakladá ako s potenciálne aktívnym odpadom. Účelom systému nakladania s PRAO je:

- rozdeliť vznikajúce odpady na odpady uvoľniteľné do ŽP a rádioaktívne odpady,
- rádioaktívne odpady spracovať tak, aby využiteľné látky boli oddelené a vrátené na opätovné použitie a aby množstvo zostávajúcich rádioaktívnych odpadov bolo čo najmenšie,
- rádioaktívne odpady dočasne uskladniť,
- rádioaktívne odpady expedovať na ich konečnú úpravu.

Primárnu kontrolu PRAO vykonáva pôvodca PRAO v spolupráci s dozimetristom. Na základe vykonanej kontroly je každý pôvodca odpadu povinný odpad roztriediť do nasledovných kategórií [I.22]:

1. Prechodné rádioaktívne odpady - nízko kontaminované rádioaktívne materiály, ktorých aktivita počas skladovania vzhľadom na veľmi krátku dobu polpremeny poklesne pod limitnú hodnotu na ich uvádzanie do životného prostredia alebo povrchová rádioaktívna kontaminácia je menšia ako prípustná hodnota a dávkový príkon je na úrovni pozadia alebo menší - označujú sa ako „podmienečne aktívne odpady“.
2. Pevné rádioaktívne spáliteľné odpady - textil: pracovné odevy, textilné rukavice, handry, ďalej buničina, papier, PE návleky, fólie, vrecia (ochranné respirátory a overaly sa triedia a likvidujú samostatne, ochranné štíty sa po dekontaminácii vracajú späť do dozorne radiačnej kontroly – ak ich dekontaminácia je neúspešná, potom je ich možné likvidovať).
3. Pevné rádioaktívne nespáliteľné odpady - drobný kov, káble, izolácie, sklo, tesnenia, veľké kusy PE fólií.
4. Rádioaktívne kovové odpady - veľké kusy kovových súčastí z technologických zariadení, čerpadlá, armatúry, servopohony.
5. Rádioaktívne mokré a vlhké odpady - len handry z dekontaminácie, upratovacích prác, príp. z iných údržbárskych a zabezpečovacích prác.
6. Vzduchotechnické filtračné vložky a náplne.

Rádioaktívny odpad, ktorý je uložený v 200 l sude a dosahuje na povrchu suda príkon dávky väčší ako je prípustná hodnota, je skladovaný vo vyhradených priestoroch, aby sa zabránilo expozícii pracovníkov pracujúcich v okolitom priestore. O každom zaplnenom sude sa vystavuje „Sprievodný list RAO v obale“. Obsah informácií uvedených v sprievodnom liste je podrobne popísaný v kapitole 14.9.1.

14.6.3 Kontrola plynných RAO

Plynné RAO vznikajú:

- a) pri odplyňovaní chladiwa I.O. a prevetrávaní nádrží s chladivom I.O. (tento zdroj je vzhľadom na príspevok aktivity k celkovej bilancii výpustí najvýznamnejší za nominálnej prevádzky),
- b) pri prevetrávaní nádrží s KRAO,
- c) pri odsávaní priestorov KP (plynné RAO v týchto priestoroch vznikajú pri neorganizovaných únikoch chladiwa I.O. z technologického zariadenia netesnosťami, resp. pri opravách),

- d) pri likvidácii následkov havárií alebo likvidácii poruchových stavov s únikom chladiva z I.O. do hermetickej zóny.

S ohľadom na spracovanie sú plynné RAO rozdelené na:

- a) rádioaktívne aerosóly v tuhej i kvapalnej forme, ktoré sú zachytávané na aerosólových filtroch a v roztoku NaOH,
- b) rádioizotopy jódu, ktoré sa zachytávajú na jódových filtroch,
- c) rádioaktívne vzácne plyny:
 - plynné štiepne produkty: izotopy kryptónu ^{85}Kr , $^{85\text{m}}\text{Kr}$, ^{87}Kr , ^{88}Kr a xenónu ^{133}Xe , $^{133\text{m}}\text{Xe}$, ^{135}Xe , ^{138}Xe , ktoré sú zachytávané v adsorpčných filtroch,
 - aktivovaný izotop argónu: ^{41}Ar .

Kontrolu celého procesu nakladania s plynými RAO vykonávajú dozimetristi.

Účel kontroly plyných RAO je [I.17]:

- radiačný - monitorovanie aktivity v ovzduší, monitorovanie a bilancovanie rádioaktívnych plyných výpustí,
- diagnostický - overovanie účinnosti filtrov ventilačných systémov.

Kontrola plyných RAO zahŕňa meranie a vyhodnocovanie objemovej aktivity rádioaktívnych aerosólov, rádioizotopov jódu a plynov [I.17]:

- a) vo ventilačných systémoch,
- b) v pracovných priestoroch kontrolovaného pásma,
- c) vo ventilačnom komíne.

14.6.3.1 Radiačná kontrola vzduchotechnických systémov

Kontroly vzduchotechnických systémov sú vykonávané predovšetkým za účelom včasného zistenia netesnosti technologických zariadení a stavu vzduchotechnických filtrov. Kontrola je vykonávaná na systémoch v reaktorovni a v objekte skladovania RAO. Informácie z týchto meraní slúžia tiež pre ocenenie výpustí z jednotlivých ventilačných systémov priestorov JE a pre vyhodnotenie kvality vzduchu v hermetických zónach vplyvom neorganizovaných únikov. Rozsah kontrol vzduchotechnických systémov je nasledovný [I.17]:

- a) kontinuálna kontrola rádioaktívnych aerosólov, izotopov jódu a vzácnych plynov na výstupe z odvodných VZT systémov a cirkulačných systémov,
- b) diskontinuálna kontrola rádioaktívnych aerosólov a izotopov jódu,
- c) kontrola prírodných vzduchotechnických systémov a pracovného prostredia v blokovej a núdzovej blokovej dozorni.

Popis kontinuálnej kontroly rádioaktívnych aerosólov, izotopov jódu a vzácnych plynov z odvodných a cirkulačných VZT systémov, diskontinuálnej kontroly rádioaktívnych aerosólov a izotopov jódu a kontroly prírodných vzduchotechnických systémov a pracovného prostredia v blokovej a núdzovej dozorni je uvedený vo vykonávacom projekte a v kapitole 6.7.3 „Vzduchotechnické systémy“ predprevádzkovej bezpečnostnej správy MO34 [I.29], resp. v Kapitole 6.7.4.3 „Systémy spracovania plyných výpustí“ predprevádzkovej bezpečnostnej správy MO34 [I.16].

14.6.3.2 Kontrola čistiacej stanice technologických odvzdušnení nádrží kvapalných RAO

Kontrola v stanici technologických odvzdušnení nádrží kvapalných RAO je vykonávaná s cieľom sledovania funkcie čistiacej stanice v nasledovnom rozsahu [I.17]:

- a) kontinuálna kontrola rádioaktívnych aerosólov, izotopov jódu a vzácnych plynov na výstupe z odvodných VZT systémov a cirkulačných systémov,
- b) diskontinuálna kontrola funkcie aerosólových filtrov čistiacej stanice.

Popis kontinuálnej kontroly rádioaktívnych aerosólov, izotopov jódu a vzácnych plynov na výstupe z čistiacej stanice a diskontinuálnej kontroly funkcie aerosólových filtrov čistiacej stanice je vo vykonávacom projekte a v kapitole 6.7.2.8 „Systém čistenia odpadových vôd a vôd z nádrží nečistého kondenzátu“ predprevádzkovej bezpečnostnej správy MO34 [I.17].

14.6.3.3 Stanica čistenia technologického odvzdušnenia

Kontrola je vykonávaná na všetkých troch paralelných slučkách stanice čistenia technologického odvzdušnenia v rozsahu [I.17]:

- a) kontinuálne meranie objemovej aktivity vzácnych plynov na vstupe do stanice čistenia technologického odvzdušnenia,
- b) kontinuálne meranie objemovej aktivity izotopov jódu a vzácnych plynov z jednotlivých čistiacich liniek stanice čistenia technologického odvzdušnenia a na výstupnom potrubí.

Popis kontinuálneho merania objemovej aktivity vzácnych plynov na vstupe do stanice čistenia technologického odvzdušnenia a kontinuálneho merania objemovej aktivity izotopov jódu a vzácnych plynov z jednotlivých čistiacich liniek stanice a na výstupnom potrubí stanice je vo vykonávacom projekte a v kapitole 06.07.04.03 „Systémy spracovania plynných výpustí“ predprevádzkovej bezpečnostnej správy MO34 [I.17].

14.6.3.4 Monitorovanie netesností PG meraním ^{16}N a celkovej radiačnej situácie na hlavných parovodoch

Meranie radiačnej kontroly sú vykonávané v rozsahu [I.17]:

- a) meranie ^{16}N s cieľom indikácie netesností medzi primárnym a sekundárnym okruhom v PG,
- b) aktivita ostrej pary - havarijné meranie s cieľom identifikovať netesný PG za havarijných podmienok a poskytnúť informácie pre výpočet odhadu aktivity uniknutej do životného prostredia cez prepúšťaciu stanicu do atmosféry poistný ventil PG.

Popis meraní ^{16}N s cieľom indikácie netesností medzi primárnym a sekundárnym okruhom v PG a aktivity ostrej pary v PG je vo vykonávacom projekte a v kapitole 7.2.1.13 „Úniky rádioaktivity zo systémov alebo komponentov“ predprevádzkovej bezpečnostnej správy MO34 [I.17].

14.6.3.5 Kontrola plynných výpustí vo ventilačnom komíne

Kontrola plynných výpustí vo ventilačnom komíne je zabezpečená [I.17]:

- a) monitorovaním rádioaktívnych aerosólov,
- b) monitorovaním izotopov jódu,
- c) monitorovaním vzácnych plynov,
- d) monitorovaním $^3\text{H}/^{14}\text{C}$.

Súčasťou monitorovania plynných výpustí je aj havarijné meranie realizované kontinuálnym meraním príkonu dávky žiarenia gama vo ventilačnom komíne.

Monitorovací systém ventilačného komína je popísaný v kapitole 11.3 PpBS [I.33].

14.7 Spracovanie a úprava RAO

Táto časť kapitoly 14 vysvetľuje spôsoby spracovania a úpravy odpadov, ktoré sú produkované počas prevádzky JZ MO34 ako aj po ukončení prevádzky tohto jadrového zariadenia v procese vyradovania. Pre spracovanie a úpravu RAO sú zavedené postupy a metódy, ktoré boli vyvinuté a zmodernizované na základe skúseností z prevádzky elektrární typu VVER. Z hľadiska úpravy RAO sa prihliada na špecifiká vo vývoji prostriedkov a technológií v podmienkach Slovenskej republiky, ako aj na prijatú koncepciu ukladania upravených RAO v RÚ RAO Mochovce. Spracovanie a úprava RAO v MO34 sa bude realizovať rovnakým spôsobom ako v EMO12 v súlade s príslušnými smernicami a prevádzkovými predpismi. Procesy spracovania a úpravy RAO boli navrhnuté v súlade § 21 odsek 10 zákona č. 541/2004 Z.z. [II.3] ktorý požaduje, aby všetky činnosti pri nakladaní s rádioaktívnymi odpadmi smerovali k ich bezpečnému uloženiu. Vhodnosť výberu zavedeného systému spracovania a úpravy RAO bola overená praxou v EMO12 (§ 7 ods. (4) vyhlášky ÚJD SR č. 30/2012 Z.z. [II.5]).

14.7.1 Technické možnosti spracovania a úpravy RAO

14.7.1.1 Spracovanie kvapalných RAO

14.7.1.1.1 Spôsoby čistenia aktívnych médií

Prevádzkové kvapalné médiá primárnej časti sa počas prevádzky jednotlivých technologických zariadení kontaminujú rádioaktívnymi látkami v rôznych formách. V závislosti od pôvodu sa tieto rádionuklidy delia do nasledujúcich skupín:

- a) produkty štiepenia jadrového paliva,
- b) aktivované korózne produkty,
- c) produkty aktivácie chladiwa,
- d) produkty aktivácie paliva.

Zdrojmi odpadových vôd sú [I.23]:

- a) oplachové vody z dekontaminácie miestností a zariadení,
- b) neorganizované úniky zo zariadení a potrubí I.O.,
- c) regeneračné roztoky a oplachová voda z premývania filtrov ŠOV,
- d) vody z prepierania a hydraulického vyprázdňovania filtrov, prepady z nádrží koncentráta bóru, prepady z kontrolných nádrží a prepady nádrží čistého kondenzátu,
- e) voda z rádiochemických laboratórií,
- f) vody z umývaní a spách hygienickej slučky,
- g) vratné vody (dekantát) z úložiska KRAO,
- h) voda z PG, alebo čistiacej stanice, ktorá ak nevyhovuje radiačným normám a nemôže byť pridávaná do II.O.,
- i) kondenzát vykurovacej pary odpariek a doodpariek v režime spúšťania alebo pri prekročení radiačných noriem,
- j) časť technickej vody pritekajúcej do špeciálnej kanalizácie pri odvzdušňovaní, drenážovaní a opravách tepelných výmenníkov,
- k) vlhkosť vzduchu, ktorá kondenzuje na chladných plochách zariadení a potrubí,
- l) odpadové vody z regenerácie blokovej úpravy kondenzátu (v prípade ak nevyhovujú radiačným kritériám),
- m) vody z práčovní.

Na čistenie rádioaktívnych prevádzkových médií sa používajú rôzne technologické postupy. Základnými spôsobmi čistenia sú mechanické čistenie, čistenie pomocou ionexov, destilácia a adsorpcia (pre plynne RAO). Najrozšírenejšou technológiou prečistenia kvapalných prevádzkových médií je čistenie na ionexoch. Týmto spôsobom je možné čistiť vody s menšou koncentráciou solí. Čistené vody sa prečerpávajú cez náplň ionexových hmôt (katex, anex, prípadne ich zmes).

Uvedenými postupmi sa z aktívnych médií odstraňujú v potrebnej miere predovšetkým produkty štiepenia a aktivácie paliva v rozpustnej a nerozpustnej forme. Výnimku predstavuje predovšetkým trícium, ktoré sa vyššie uvedenými metódami z čistených médií nedá odstrániť. Pre udržanie požadovanej koncentrácie trícia sa určité potrebné množstvá vody s obsahom trícia vypúšťajú po ich riedení a chemickej úprave do priemyselnej kanalizácie (po nevyhnutnom riedení) a odtiaľ do okolitého životného prostredia.

V procese čistenia aktívnych prevádzkových médií vznikajú okrem vyčisteného produktu, ktorý sa vracia do procesu, aj zahustené (zakoncentrované) RAO, ktoré sú dočasne skladované v budove spracovania RAO. Do tohto objektu sú po vysýtení prepravované aj nízkoaktívne a strednoaktívne ionexy.

14.7.1.1.2 Rozdelenie čistiacich staníc a popis ich funkcií

Pre zabezpečenie čistenia kvapalných médií slúžia jednotlivé nasledujúce čistiace stanice [I.5].

Čistiaca stanica chladiva primárneho okruhu [I.14]

Tieto zariadenia slúžia k udržiavaniu kvality vody primárneho okruhu na hodnotách určených normami vodného chemického režimu, k chladeniu vody pred filtračným zariadením, opätovnému ohrevu vody na vstupe do primárneho okruhu, k dekontaminácii slučiek primárneho okruhu a k počiatočnému zaplňovaniu primárneho okruhu. Systém je tvorený dvoma funkčne rovnocennými a vzájomne zastupiteľnými okruhmi pre kontinuálne čistenie chladiva.

Čistiaca stanica drenážnych vôd primárneho okruhu a organizovaných únikov [I.7]

Tieto zariadenia zabezpečujú čistenie drenážovaného chladiva primárneho okruhu a vôd z nádrží nečistého kondenzátu od korózných a štiepných produktov. Ďalej slúžia na znižovanie koncentrácie kyseliny boritej v chladiwe na konci kampane zachytávaním na koncových filtroch. Stanica pozostáva z podsystému nádrží a čerpadiel a podsystému filtrov.

Čistiaca stanica odpadových vôd [I.15]

Zariadenie slúži k zberu všetkých odpadových vôd hlavného výrobného bloku a bloku pomocných prevádzok a vody obsahujúcej bór z nádrží nečistého kondenzátu. Ďalej slúži na ich vyčistenie od mechanických prímiesí, aby ich bolo možné opätovne využívať alebo uvoľniť do životného prostredia. Systém spracováva odpadové vody, ktorých zdrojmi sú neorganizované úniky zo zariadení a potrubí primárneho okruhu, vody z regenerácií, kyprení, praní a hydrovyvážok ionexových filtrov, oplachové vody a dekontaminačné roztoky z dekontaminácie zariadení a miestností, vody z hygienických slučiek, rádiochemických laboratórií, vratné vody zo skladovania kvapalných RAO, atď. Zariadenia čistiacej stanice sú umiestnené v hlavnom výrobnom bloku a v budove spracovania RAO. Práca systému spočíva na princípe jednostupňového odparovania s následnou kondenzáciou pary, mechanickej a iónomeničovej filtrácie. Produktom stanice je zahustený koncentrát RAO pre dočasné skladovanie v nádržiach úložiska kvapalných RAO a deaktivovaný kondenzát, ktorý možno vypustiť do ŽP, resp. vrátiť na opätovné použitie.

V normálnej prevádzke je využívaný hlavne systém určený hlavne pre spracovanie KRAO s obsahom kyseliny boritej.

Čistiaca stanica chladiva bazénov a nádrží havarijného systému chladenia aktívnej zóny [I.8]

Zariadenie je určené na čistenie vôd s obsahom kyseliny boritej (z nádrží havarijných systémov, barbotážnych žľabov, skladovacích bazénov vyhoreného paliva a z nádrže nečistého kondenzátu). Pozostáva z dvoch zhodných samostatných paralelných liniek. Čistenie sa vykonáva s použitím ionexov. Systém pracuje periodicky tak dlho, pokiaľ sa neodstránia nežiaduce rozpustné a nerozpustné prímеси s výnimkou požadovanej koncentrácie kyseliny boritej.

Čistiaca stanica odluhov parogenerátorov [I.12]

Zariadenie slúži na udržiavanie kvality vody sekundárneho okruhu v parogenerátoroch v rámci požadovaných parametrov. Zabezpečuje udržiavanie solného režimu a hladiny iónov chlóru v sekundárnom okruhu pomocou trvalého odluhu PG. Pomocou periodického odkalu PG slúži k odstraňovaniu kalu a produktov s vysokým obsahom solí. Zariadenie je tvorené tromi zhodnými samostatne riešenými líniami filtrov. Čistenie sa vykonáva pomocou ionexov. Vyčistená voda sa po chemickej kontrole vracia z čistiacej stanice späť do strojovne sekundárneho okruhu alebo sa vypúšťa do priemyselnej kanalizácie. V prípade výskytu aktivity v odluhu sa s ním nakladá ako s kvapalným RAO.

Čistiaca stanica bórového koncentráту [I.9]

Zariadenie je určené na čistenie bórového koncentráту z odpariek systému úpravy nečistého kondenzátu, čistenie koncentráту bóru z miešačiek prípravy kyseliny boritej, prečistenie koncentráту skladovaného v zásobných nádržiach a čistenie koncentráту bóru z havarijných nádrží H_3BO_3 - je spoločná pre obidva bloky. Čistenie sa vykonáva pomocou ionexov (katexový filter, anexový filter, lapač ionexov).

14.7.1.1.3 Zaobchádzanie s rádioaktívnymi olejmi a inými špecifickými rádioaktívnymi kvapalinami

Rádioaktívne oleje, organické rozpúšťadlá a iné RA kvapaliny sa v JE nespracovávajú. Sú zberané do rôznych obalov (okrem PVC) s označením recyklovateľnosti. Sú dočasne zhromažďované do určených priestorov v objekte skladovania RAO a skladované v určenom sklade v 200 litrových pozinkovaných sudoch. Vznik tohto druhu KRAO je vyvolaný stratou elementárnych funkčných vlastností olejov a mazadiel v dôsledku vyčerpania alebo znehodnotenia aditív v nich obsiahnutých, hromadením mechanických nečistôt z vonkajších zdrojov (prach, kovové častice z obrusu, oxidy kovov z korózie a pod.). Pritom až 90% zložiek olejov zostáva nezmenených a sú k dispozícii regeneračnému spracovaniu. Je možné ich regenerovať. Kontaminované oleje, rozpúšťadlá organického pôvodu a iné ropné produkty sú zhromažďované v kobke, v objekte skladovania RAO, kde sa zhromažďujú oleje a iné spáliteľné KRAO s protokolom o rádiochemickej analýze z útvaru rádiochemie. Obal s olejom je vložený do štandardného 200 l suda a uložený do kobky určenej pre dočasné skladovanie olejov.

Podľa koncepcie minimalizovania tvorby KRAO [I.25], [I.26] je zaobchádzanie s rádioaktívnymi olejmi a inými špecifickými rádioaktívnymi kvapalinami riešené ich prepravou do spaľovne určeného spracovateľského centra [III.4]. Pre aplikáciu tejto alternatívy musí byť technicky a legislatívne doriešená:

- a) preprava týchto KRAO z MO34 do určeného spracovateľského centra s použitím špeciálneho skladovacieho a prepravného kontajnera,
- b) ďalšie technické a organizačné opatrenia týkajúce sa bezpečnej prepravy KRAO z MO34 do určeného spracovateľského centra (certifikácia špeciálneho skladovacieho a prepravného kontajnera, druh prepravného vozidla, počet pracovníkov realizujúcich prepravu, školenie pracovníkov atď.) v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 57/2006 Z.z. [II.6] a požiadaviek ADR.

14.7.1.1.4 Spracovanie kalov

Technologický uzol fixácie kalov zabezpečuje spracovanie kalov do formy vhodnej pre uloženie do VBK a RÚ RAO. Nádrže kalu sú vybranými zariadeniami s definovanými požiadavkami na kontrolné prehliadky a skúšky. Funkčnosť zariadenia je kontrolovaná sledovaním prevádzkových parametrov, projekt rieši opatrenia pre zabránenie úniku médií mimo homogenizačnú jednotku (200 l sud) a opatrenia proti preplneniu 200 l suda. Projekt rešpektuje požiadavku na minimalizáciu KRAO - fixácia „in-situ“ eliminuje počet operácií s kalom a minimalizuje množstvo odpadov vznikajúcich pri manipuláciách s kalom [I.5].

Technologický uzol fixácie kalov tvoria dve odsadzovacie nádrže, v ktorých sa kal zahusťuje. Odseparovaná voda z odsadzovacej nádrže sa čerpadlom odčerpá do nádrže prepadu, zahustený kal sa čerpadlom dopraví do prevádzkovej nádrže kalu. Z prevádzkovej nádrže je kal čerpadlom dávkovaný do homogenizačnej jednotky (200 l suda), ktorá je súčasťou fixačnej a manipulačnej jednotky. Zo sila sa dávkovačom do 200 l suda nadávkuje cement, v prípade potreby aj aditívum z nádrže. Po naplnení 200 l suda a homogenizácii sa dopravník posunie o jednu pozíciu tak, aby pod plniacim miestom bol pripravený prázdny 200 l sud. Po zatuhnutí obsluha sudy zaviečkuje a odvezie na dočasné skladovanie do určenej kobky [I.5].

Vzorka kalu sa odoberá pred spracovaním kalu z odsadzovacej nádrže z trasy recirkulácie.

14.7.1.1.5 Základné princípy spracovania kvapalných odpadov

Všetky KRAO z prevádzky MO34 podliehajú rádiologickej a chemickej kontrole a v prípade, že ich akosť vyhovuje predpísaným limitom, je možné ich vypúšťať do ŽP. Časť odpadov tvoria kvapalné odpady, ktoré je potrebné prepracovať a následne podrobiť chemickej a rádiologickej kontrole pred ich vypustením. Ďalšiu časť kvapalných odpadov je možné recirkulovať a vrátiť späť na ich opätovné technologické použitie v technologických okruhoch pri použití systémov čistiacich staníc MO34. Poslednou skupinou sú kvapalné odpady, ktoré nie sú využiteľné a nie je možné ich vypustiť do ŽP. Ide o nasledujúce odpady:

- a) rádioaktívne koncentráty,
- b) veľmi nízkoaktívne ionexy,
- c) nízkoaktívne ionexy,
- d) rádioaktívne kaly a sedimenty.
- e) rádioaktívne ropné produkty,

Alternatívy spracovania RAO sa odvíjajú od obalového súboru prijateľného pre RÚ RAO.

Spracovanie koncentrátov

Pre spracovanie koncentrátov bola vybraná ich preprava potrubným mostom do skladovacích nádrží EMO12 alebo priamo na spracovanie. Možnou alternatívou k spracovaniu koncentrátov môže byť využitie technológie tzv. ultrafiltrácie DTS (Diversified Technologies Services) a následná fixácia do aluminosilikátovej matrice, táto technológia však zatiaľ nie je v lokalite Mochovce v prevádzke, preto bola uprednostnená už overená technológia spracovania koncentrátov.

Spracovanie ionexov

Pre spracovanie rádioaktívnych ionexov boli posudzované tri alternatívy:

- preprava rádioaktívnych ionexov potrubím do EMO12 a následne na spracovanie,
- solidifikácia do cementovej matrice v 200 dm³ MEVA sudoch v MO34 a preprava výsledného produktu úpravu do VBK,

- solidifikácia do aluminosilikátovej matrice v 200 dm³ MEVA sudoch v MO34 a preprava výsledného produktu na úpravu do VBK.

Po zvážení už zaužívaných a vybudovaných technológií v lokalite Mochovce a pri zohľadnení vyšších investičných nákladov pre vybudovanie linky na solidifikáciu do aluminosilikátovej matrice bola v prípade rádioaktívnych ionexov vybraná alternatíva prepravy potrubnými trasami a spracovanie a úprava v spracovateľskom centre.

Spracovanie kalov

Kal zo sedimentačnej nádrže a kal z nádrží použitých dekontaminačných roztokov sa spracováva v technologickom uzle fixácie kalov. Tu sa kal zahusťuje a fixuje do cementovej matrice v 200 l sudoch, ktoré sa odovzdávajú spoločnosti JAVYS a.s. na ďalšie spracovanie.

Spracovanie olejov

Pre spracovanie kontaminovaných olejov sa uvažovalo s viacerými alternatívami.

Vybratá bola už v praxi overená alternatíva filtrácie olejov a solidifikácie rádioaktívneho zvyšku dodávateľským spôsobom. Pre spracovanie kontaminovaných olejov bude na základe skúseností použitá filtrácia a fixácia rádioaktívneho zvyšku do aluminosilikátovej matrice dodávateľským spôsobom. S prečisteným olejom bude ďalej nakladané ako s nebezpečným odpadom v rámci odpadového hospodárstva. Zvyšná kalová fáza, ktorá obsahuje rádioaktívne častice, spracovaná do aluminosilikátovej matrice bude odovzdaná do JAVYS, a.s. na finálne spracovanie.

Potenciálnym zdrojom kvapalných RAO sú všetky technologické zariadenia, ktorých vypúšťanie, drenážovanie, odvodušnenie, netesnosti, regeneračné roztoky, preplachy odberových trás a samotné odbery vzoriek (organizované a neorganizované úniky), vody z RA laboratórií, použité dekontaminačné roztoky, sú zvedené do špeciálnej kanalizácie, resp. dochádza k ich spracovaniu. Podľa koncepcie minimalizácie tvorby KRAO [I.25],[I.26] vykonávací projekt rieši separovaný zber použitých dekontaminačných roztokov do samostatných zberných nádrží, pričom ostatné organizované úniky s obsahom kyseliny boritej sú odvedené. Odvod do nádrží nečistého kondenzátu musí zohľadňovať čistotu a koncentráciu média, aby nedošlo k jeho znehodnoteniu, prípadne riedeniu.

14.7.1.1.6 Bezpečnosť systémov spracovania KRAO za normálnej a abnormálnej prevádzky

Systémy zberu a spracovania KRAO sú zložitým komplexom zariadení, kde je zabezpečované znižovanie rádioaktivity z jednotlivých technologických okruhov a systémov MO34. K tomuto účelu slúžia jednotlivé čistiace stanice. Z toho vyplýva, že aj vplyv prevádzky MO34 na ŽP je vo veľkej miere určený stavom a spoľahlivosťou čistiacich staníc a spôsobom ich prevádzkovania. Konštrukčne sú koncipované tak, že každá stanica má z bezpečnostných dôvodov svoje komponenty zdvojené (zberné a zásobné nádrže, čerpadlá, filtre, odparky atď.), aby v prípade poruchy sa mohlo prejsť na záložný systém. V rámci dostavby MO34 sú oproti súčasnej prevádzke EMO12 v týchto systémoch početné zmeny. Tieto zmeny prispievajú k zvyšovaniu spoľahlivosti a bezpečnosti prevádzky, aby nemohlo dôjsť k ich únikom do životného prostredia ani pri abnormálnej prevádzke.

Podrobnejší popis týchto zmien v prevádzke a činnosti jednotlivých čistiacich systémov je hlavne v kapitole 6.7.2.8 „Systém čistenia odpadových vôd z nádrží nečistého kondenzátu“ tejto predprevádzkovej bezpečnostnej správy [I.15]. Vykonávací projekt v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.4] okrem iného zohľadňuje závery z vyhodnotenia programov zvyšovania jadrovej bezpečnosti EMO12. Ide najmä o

zmeny zapojenia drenáží recirkulačných trás, zmenu trasy odvodu ionexov z filtrov, doplnenie nových lapačov ionexov s cieľom obmedziť ich vyplavenie do primárneho okruhu a pod.

Vzhľadom na to, že systémy čistiacich staníc pracujú s rádioaktívnym médiom, sú technicky navrhnuté tak, aby ohrozenie prevádzkového personálu a životného prostredia bolo znížené na najnižšiu možnú mieru. Zariadenia sú umiestnené v hermeticky uzavretých miestnostiach, v ktorých vzduchotechnický systém vytvára podtlak voči obsluhovaným priestorom, do ktorých sú vyvedené ovládacie prvky. Nádrže odpadových vôd sú vybavené hydrouzávermi, ktoré zabráňujú úniku aktívnych vzdušnín a rádioaktívnych aerosólov z nádrží do miestností. Bezpečnosť je zaručená zdvojením dôležitých technologických zariadení. Udržiavanie predpísaného chemického režimu a kontrola kvapalných výpustí a plyných exhalátov čistiacich staníc a odparovacej stanice odpadových vôd ako zdrojov možného ohrozenia životného prostredia je zabezpečené kontrolou nominálnych parametrov procesu a kontrolou médií. Podrobnejšie bezpečnostné hodnotenie analyzuje kapitola 06.11 „Nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi“ tejto predprevádzkovej bezpečnostnej správy [1.5].

14.7.1.2 Spracovanie pevných RAO

14.7.1.2.1 Popis tvorby a pohybu PRAO

Pevné RAO sa rozdeľujú na suché a vlhké. Suché PRAO predstavujú zmes rôznych materiálov rádioaktívne kontaminovaných do rôznej úrovne (drevo, papier, textil, umelé hmoty, kov, stavebné materiály, tepelná izolácia, vložky VZT filtrov a pod.). Osobitnú skupinu suchých PRAO tvoria strednoaktívne vnútroreaktorové časti (nepalivové časti HRK, termočlánky, a pod.). Vlhké PRAO vznikajú v procese spracovania KRAO, sú tvorené vysýtenými ionexami, kalmi a vykryštalizovanými soľami.

Všetky RAO, ktoré vznikajú pri činnostiach spojených s údržbárskymi zásahmi na technologických zariadeniach v KP a pri prácach so zdrojmi ionizujúceho žiarenia, sú zaradené do systému nakladania s odpadmi a končia v sklade rádioaktívnych odpadov.

Najväčší objem RAO tvoria odpady z kontrolovaného pásma.

Pre organizovaný zber vznikajúcich pevných RAO sú zriadené miesta zberu pevných RAO [1.20]. Slúžia na zber odpadov, ktoré vznikajú pri kontrolných, operatívnych a obslužných činnostiach, ďalej pri odstávkach, bežných, stredných a generálnych opravách prípadne pri havarijných stavoch. Je zakázané sem ukladať iný odpad, ktorého produkcia nesúvisí s prácami na R-príkaz. Tieto zberné miesta sú vybavené pozinkovanými stojanmi s PE vrecami. Sú označené, vybavené informačnými tabuľkami o zásadách triedenia. Na základe skúseností z prevádzky EMO12 sú zriaďované tieto miesta na zber PRAO:

- a) stabilné zberné miesta zriaďované útvarom Správy primárneho okruhu,
- b) stabilné zberné miesta zriaďované na trvalých pracoviskách v KP jednotlivými útvarmi,
- c) stabilné zberné miesta na aktívnu bielizeň zriadené na hygienických slučkách na strane kontrolovaného pásma,
- d) dočasné zberné miesta zriaďované na krátkodobých alebo dlhodobých pracoviskách počas odstávky alebo údržbárskeho zásahu.

Mapovanie radiačnej situácie na týchto zberných miestach vykonáva dozimetrista na požiadanie zodpovedného pracovníka za zberné miesto. Pri zistení príkonu dávky nad stanovenú hodnotu na týchto zberných miestach, upozorní dozimetrista na túto skutočnosť zodpovedného pracovníka a tento bezodkladne zabezpečí prepravu odpadu zo zberného miesta do určeného skladu RAO.

Vybavenie zberných miest obalmi na odpad je závislé na charaktere pracoviska a na množstve a druhu vznikajúcich odpadov. V zásade sú to obaly na odpady - pozinkované stojany, polyetylénové vrecia, 200 l oceľové pozinkované sudy, príp. oceľové ohradové palety.

14.7.1.2.2 Triedenie pevných RAO

Všetci producenti RAO sú povinní vzniknuté odpady triediť na kategórie spomenuté v podkapitole 14.6.2.

Vytriedené PRAO sú prepravované na kontrolu a čiastočnú predúpravu. Popis uskladnenia podrobnejšie hodnotí podkapitola 14.5.

14.7.1.2.3 Spracovanie pevných RAO - Fragmentačné zariadenia

Pre väčšie alebo dlhšie kusy kovových odpadov, resp. drevených odpadov sú k dispozícii fragmentačné nástroje, vrátane dezintegrátora veľkorozmerových fólií.

V rámci systému nakladania s PRAO je povinnosťou producenta odpadov fragmentovať väčšie kusy odpadov na rozmery 600 x 800 mm tak, aby boli uložitelné do 200 l oceľových sudov horizontálne, keďže pri vertikálnom uložení by hrozilo riziko poškodenia lisu alebo poškodenia suda. Pre kovové potrubia nesmie byť hrúbka stien väčšia ako 23 mm. Pre kontaminované RAO z dreva je tretí rozmer limitovaný šírkou 200 l suda to znamená maximálne 600 mm.

Pri manipuláciách s kovovými odpadmi - balenie odpadov do 200 l sudov - je v sklade RAO k dispozícii triediaci stôl na triedenie odpadov, fragmentačné zariadenie ako píla na drevo a hydraulické nožnice na kovové RAO, ďalej triediaci karusel monitorujúci PRAO, nízkotlakový lis. Pracovisko je ďalej vybavené práčkou a sušičkou, aj detektorom kovov.

Dezintegrátor veľkorozmerných fólií je nové zariadenie, ktorého účelom je fragmentovať veľkoplošné polyetylénové fólie na drobné kúsky.

Ďalší postup tokov PRAO a ich spracovania je rozpracovaný v záverečnej časti podkapitoly 14.7.3.1 tejto kapitoly predprevádzkovej bezpečnostnej správy.

14.7.1.2.4 Nakladanie s podmiennečne aktívnymi odpadmi

V KP ako aj mimo neho vzniká v priebehu prevádzky MO34 okrem RAO aj značné množstvo prechodných rádioaktívnych odpadov. O tom, či odpad prišiel do styku s aktívnym médiom, má prehľad pôvodca odpadu. To znamená, že pôvodca na mieste vzniku rozhodne o tom, ktorý druh odpadu uloží na svojom zbernom mieste do obalu s prechodnými rádioaktívnymi odpadmi alebo ho uloží do obalu s aktívnymi odpadmi. V tomto prípade nemožno hovoriť o spracovaní odpadov, ale len o manipuláciách s nimi.

Prechodné rádioaktívne odpady spolu s aktívnymi odpadmi prepravuje zo zberných miest pracovník zodpovedný za zberné miesto. Pracovník zodpovedný za odpady (vedúci práce) je povinný sa hlásiť u dozimetristu na mapovanie radiačnej situácie v zbernom mieste prechodných rádioaktívnych odpadov. Výber zberného miesta prechodných rádioaktívnych odpadov určuje dozimetrista. Všetky obaly s odpadmi musia byť po mapovaní radiačnej situácie označené nálepkou „NEKONTAMINOVANÉ MATERIÁLY“ alebo „RÁDIOAKTÍVNE ODPADY“. Na nálepke musia byť vyplnené príslušné údaje pôvodcom odpadu aj samotným dozimetristom. Všetky odpady - vytriedené, fragmentované, zabalené a označené vypísanými nálepkami prepravuje producent tohto RAO do skladu RAO.

Po odovzdaní do skladu RAO a po prevzatí odpadov strojníkmi RAO sa v nakladaní s odpadmi označenými ako „NEKONTAMINOVANÉ MATERIÁLY“ postupuje v súlade so zásadami uvádzania odpadov do životného prostredia.

V rámci koncepcie nakladania s odpadmi je vytvorená nová prepravná cesta, ktorá slúži na vyvážanie pevných odpadov v sudoch alebo kontajneroch do miesta ich spracovania, alebo na odpadové hospodárstvo, kde prebehne ich pretriedenie a premeranie s následnou možnosťou uvoľnenia do životného prostredia [I.24]. Prístavba manipulačného priestoru slúži pre vstup prepravného vozidla. Na vozidle je umiestnený ISO kontajner, do ktorého sú nakladané sudy s odpadom. Plnenie ISO kontajnera je realizované zvrchu pomocou žeriavu. Obsluha žeriavu sa pohybuje po koridore. Priestor vkladania sudov je osvetlený prídavným zdrojom svetla. Odpad určený na odvoz je skladovaný v paletách v určenej kobke. Pred prepravou sa uskutoční dodatočné premeranie jednotlivých sudov na gama skeneri.

S neaktívnym odpadom z týchto objektov nakladajú producenti v spolupráci s pracovníkmi podpory prevádzky I.O.

V rámci zabezpečenia minimalizovania objemov pevných RAO ja na pracoviskách, dielňach a v celom KP možné používať iba materiály, predmety a náradie, ktoré sú nevyhnutne potrebné pre výkon pracovných činností. Vybaľovať materiály a predmety je podľa možností potrebné mimo KP. Nedodržanie pravidiel zaobchádzania s odpadmi sa posudzuje ako porušenie princípov ALARA a porušenie pracovnej disciplíny.

14.7.1.2.5 Nakladanie so strednoaktívnymi RAO

Strednoaktívne vnútroreaktorové časti nie sú spracovávané počas prevádzky elektrárne, ale skladované. Medzi strednoaktívne RAO, ktoré môžu vznikať v priebehu prevádzky MO34 patria vnútroreaktorové časti, spojovacie tyče, absorbátory, absorbčné časti HRK, ktoré musia byť vymenené. Tieto časti HRK sa vyberajú z aktívnej zóny reaktora a prevážajú sa v zásobníku pre palivové články do šachty prepravného kontajnera. Absorpčná časť HRK sa skladuje vo vymieracej šachte v rúrkach uzavretých zátkou. Podobne sú skladované aj opotrebované spojovacie tyče, poškodené tlmiče pádu a pod. Pre tento typ RAO nie je v súčasnosti k dispozícii v SR spracovateľská technológia. Pri ich skladovaní je dodržaná podmienka § 21 zákona č. 541/2004 Z.z. v zabezpečení podkritičnosti skladovaného strednoaktívneho RAO a bezpečného odvodu tepla z vymieracej šachty.

14.7.1.3 Spracovanie plynných odpadov

Pre záchyt plynných RAO sú určené vzduchotechnické systémy opatrené filtrami pre záchyt rádioaktívnych aerosólov a rádioaktívneho jódu [I.16], [I.29].

Zdroje plynných rádioaktívnych odpadov sú podľa ich pôvodu rozdelené do nasledujúcich základných skupín:

- a) úniky zo zariadení primárneho okruhu a z ostatných technologických systémov, ktoré obsahujú rádioaktívne materiály,
- b) veľkoobjemové nádrže kvapalných RAO,
- c) systém odplyňovania chladiva primárneho okruhu.

Proces spracovania a vypúšťanie plynných RAO do atmosféry znamená čistenie (filtráciu príp. oneskorenie) odsávanej vzdušiny z jednotlivých priestorov KP, miešanie výstupných prúdov vzduchu z ventilačných systémov vo ventilačnom komíne a významný rozptyl rádioaktívnych látok na výstupe z ventilačného komína [I.16].

Systémy spracovania plynných odpadov svojou činnosťou pokrývajú:

- a) normálnu prevádzku - nominálny režim a nenominálne prevádzkové stavy,
- b) abnormálne prevádzkové stavy – podľa Medzinárodnej stupnice jadrových a radiačných udalostí (INES) udalosť 1. stupňa,

- c) havarijné stavy - podľa Medzinárodnej stupnice jadrových a radiačných udalostí (INES) všetky havarijné udalosti od 2. stupňa – Nehoda až po udalosť 7. stupňa – Veľmi vážna havária.

14.7.1.3.1 Odvodné ventilačné systémy (bezpečnostné filtračné systémy) [I.16]

Odsávací systém pre udržanie podtlaku v hermetickom priestore

Systém zaisťuje podtlak vzduchu v HP voči atmosfére, prúdenie vzduchu v hermetickom priestore s nižšou aktivitou do priestorov s vyššou aktivitou, výmenu vzduchu v hermetickom priestore a filtráciu odsávaného vzduchu cez aerosólové a jódomové filtre.

Odsávací systém z hermetického priestoru – opravárenský

Systém zabezpečuje vetranie hermetickej zóny v období odstávok blokov MO34 alebo počas výmeny paliva. Súčasne zabezpečuje vetranie v priestore pohonov systému ochrany a riadenia reaktora. Systém zabezpečuje filtráciu odvádzaného vzduchu na aerosólových a jódomových filtroch. Osobitosťou systému je možnosť jeho prevádzky ako cirkulačného systému s filtráciou. Táto možnosť sa využíva v pohavarijných situáciách na prečistenie vzduchu hermetickej zóny.

Odsávací systém z priestorov KP

Systém zabezpečuje odvod vzduchu z priestorov kontrolovaného pásma oboch blokov. Vzhľadom na možnosť výskytu rádioaktívnych aerosólov v odsávanom vzduchu je pred ventilátory zaradená zostava aerosólových filtrov.

Odsávací systém z priestorov pomocných prevádzok

Systém zabezpečuje odvod tepla, vlhkosti z miestností aktívnych prevádzok a filtráciu odsávaného vzduchu cez aerosólové filtre.

Cirkulačný systém pre filtráciu vzduchu v boxe PG a paluby hlavného cirkulačného čerpadla

Systém zabezpečuje cirkulačnú filtráciu vzduchu z miestností paluby hlavného cirkulačného čerpadla alebo boxu PG. Filtrácia vzduchu sa vykonáva na aerosólových a jódomových filtroch.

14.7.1.3.2 Čistiaca stanica technologického odvodu

V tejto čistiacej stanici sa redukujú plynné rádioaktívne odpady pred vyústením do ventilačného komína. Plynné rádioaktívne odpady vznikajú ako dôsledok odvodu chladiva primárneho okruhu (výstup zo systému spaľovania vodíka) a odvodu nádrží nečistého kondenzátu. V priebehu normálnej prevádzky (bez únikov chladiva v hermetickej zóne) predstavuje systém čistenia technologických odvodov najvýznamnejší podiel na plynných výpustoch z JE [I.16].

14.7.1.3.3 Odvetranie nádrže výlev hlavného kondenzátora

S cieľom udržania vakuu v hlavnom kondenzátore sa z neho vodoprúdnymi výlevami odsáva parovzdušná zmes do nádrže výlev. Nádrž je odvetrávaná s vyústením odvetrávacieho potrubia na strechu strojovne. V havarijnom prípade, keď nastáva únik rádioaktívnych látok z primárneho do sekundárneho okruhu, zabráňuje toto odvetrávanie rozšíreniu týchto látok priamo do priestoru strojovne [I.16].

14.7.1.3.4 Systémy lokalizácie únikov rádioaktívnych látok

Tieto systémy spracovania plynných rádioaktívnych odpadov sú navrhované pre činnosť v havarijných prevádzkových stavoch, s cieľom minimalizovať zdrojový člen vo vnútri hermetickej zóny. Jedná sa o sprchový systém a barbotážny systém. Oba systémy boli vyrobené na zvládnutie havárie s únikom chladiva. V takom prípade sú ventilačné systémy vypnuté a oddelené od hermetickej zóny. Systémy lokalizácie únikov

sú určené k zníženiu teploty a tlaku v hermetickom priestore pri havarijných únikoch pracovných médií primárneho a sekundárneho okruhu a tiež k lokalizácii rádioaktívnych látok v hermetickom priestore [I.16].

Vzhľadom to tomu, že tieto systémy funkčne aj dispozične úzko súvisia so systémami havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora, majú rovnaké všeobecné vlastnosti ako bezpečnostné systémy havarijného systému chladenia aktívnej zóny.

Systémy majú nasledujúce charakteristiky:

- a) aktívne systémy sú 200% zálohované - t. j. majú tri identické a nezávislé podsystémy,
- b) podsystémy majú zaistené elektrické napájanie nezávisle z troch zdrojov (vrátane dieselgenerátorových zdrojov),
- c) aktívne aj pasívne systémy sú seizmicky odolné.

14.7.1.3.5 Sprchový systém

Sprchový systém boxu PG je aktívny bezpečnostný systém. Jeho funkčná spoľahlivosť je riešená 200% zálohami, t. j. tvorený je tromi nezávislými skupinami. Každá z týchto skupín je schopná plniť funkciu sprchového systému a má samostatné elektrické napájanie zo zaisteného zdroja [I.16].

Lokalizácia RA látok sprchovým systémom v hermetickom priestore sa uskutočňuje dvomi spôsobmi:

- a) znížením tlaku sa vytvorí podtlak voči ostatnému okoliu - to zabráni šíreniu RA látok z hermetickej zóny,
- b) záchytným RA látok v sprchovacom roztoku.

14.7.1.3.6 Vákuobarbotážny systém

Vákuobarbotážny systém je pasívny bezpečnostný systém, určený na znižovanie tlaku (a tým aj lokalizáciu úniku rádioaktívnych látok) v hermetickej zóne [I.16].

Jeho hlavné funkcie sú:

- a) kondenzácia pary, ktorá vzniká pri únikoch cez netesnosti primárneho, resp. sekundárneho okruhu,
- b) lokalizácia nekondenzovateľnej plynnej zmesi v záchytných komorách na dobu, ktorá je potrebná na likvidáciu havárie.

Systém sprchuje objem šachty barbotážnej veže roztokom zo žľabov v priebehu vyrovnávania tlakov v hermetickej zóne a barbotéri.

Vákuobarbotážny systém je určený iba pre prevádzku v havarijných stavoch, ktoré sú spojené so stratou chladiva a následným zvyšovaním tlaku a teploty v hermetickej zóne. V havarijných režimoch sa systém uvádza do činnosti samovoľne, pri vytvorení havarijných podmienok v hermetickej zóne.

14.7.1.3.7 Odvetranie nádrží ŠOV a skladovacích nádrží kvapalných RAO

Z hľadiska plyných výpustí sú pre nádrže ŠOV a kvapalných RAO podstatné čistiace stanice odvodu vzduchu týchto nádrží. Patria sem systémy filtračných staníc, ktoré sú umiestnené v objekte skladovania RAO a navzájom sú nezávislé, s vyústením do ventilačného komína.

Systém filtrácie nádrží [I.16]

Filtračný systém zabezpečuje odstránenie kvapalných i pevných rádioaktívnych aerosólov, jódu, oxidu dusíka prípadne prchavých organických nečistôt z technologického odvodu vzduchu usadzovacích nádrží kalu, prevádzkovej nádrže kalu, fixačnej a manipulačnej jednotky, nádrží rádioaktívneho koncentráta, rezervnej nádrže, nádrže nízkoaktívnych ionexov, sedimentačnej nádrže, havarijnej nádrže, prepadovej nádrže, scedzovacej nádrže, prevádzkovej nádrže použitých dekoroztokov, nádrží bórového koncentráta, zberných

nádrží odpadových vôd, zberných nádrží koncentráta bóru, nádrží odpadových vôd a z deflegmátorov odvzdušnenia.

Systém pozostáva z dvoch rovnakých filtračných liniek, ktoré sú striedané v činnosti. Obe musia byť prevádzkyschopné (jednu z nich možno odstaviť len na dobu odstránenia prípadnej poruchy), lebo systém pracuje kontinuálne. Podmienkou činnosti systému je normálna prevádzka podporného systému činnosti filtračných liniek.

Každá linka systému zabezpečuje:

a) filtráciu v skrúberi - v ňom sa uskutočňuje:

- filtrácia rádioaktívnych aerosólov,
- odstránenie oxidu uhličitého a oxidov dusíka,
- odstránenie rádionuklidov jódu (^{131}I , ^{132}I , ^{133}I , ^{134}I , ^{135}I) - chemisorpciou na hydroxide sodnom,

b) odstránenie kvapalinových častíc z čisteného vzduchu v aerosólovom filtri,

c) redukciu objemu rádioaktívnych vzácnych plynov - dostatočné oneskorenie plynov v adsorbéri z aktívneho uhlia a prirodzená premena rádionuklidov týchto plynov.

Systém filtrácie aerosólov [I.16]

Systém zaisťuje funkciu monžíkov skladu RAO a je tiež určený na filtráciu rádioaktívnych aerosólov v systéme evakuácie týchto monžíkov. Pozostáva z jednej čistiacej linky s dvomi vývevami (pracovnej a rezervnej). Rezervná výveva je zapínaná v prípade nedostatočného vakuu v pracovnej vetve. Nepracuje v trvalej prevádzke, režim činnosti je riadený podľa potrieb prevádzky skladu RAO. Takisto pracovná výveva je vypínaná v prípade veľmi vysokej hodnoty vakuu ako ochrana pred ním.

Z monžíka odsávaný vzduch je v chladiči ochladený (pod 35°C). Časť vodných pár, ktorá skondenzuje, je odvedená odlučovačom vlhkosti do vodného uzáveru. V nasledujúcom aerosólovom filtri sa filtrujú zvyšné aerosólové častice a ďalej je vzduch vedený do ventilačného komína.

Na čistenie vzduchu a jeho filtráciu pred vypustením do ŽP sú navrhnuté nasledujúce vzduchotechnické filtre:

- a) filtračné vložky aerosólové, zloženie: drevený rám, hliníkové separátory, filtračná tkanina,
- b) jódomé filtre s hlbokým filtračným lôžkom, zloženie: oceľový obal, náplň: aktívne uhlie.

Vysýtené filtračné vložky alebo filtračné patróny po dosiahnutí stanovenej hranice dávkového príkonu, resp. hranice tlakovej diferencie sa stávajú pevným odpadom a je nutné ich vymeniť za nové vložky (patróny).

14.7.2 Spracovanie a expedícia pevných RAO z JE Mochovce

Pre komplexné spracovanie a úpravu PRAO nie je v rámci areálu JE Mochovce príslušná technológia a ani sa s jej zavedením v budúcnosti neuvažuje. Z hľadiska vznikajúcich PRAO v MO34 sa postupuje v zmysle v súčasnosti platných smerníc pre EMO12, kde sa pripravujú všetky nízko a strednoaktívne PRAO na expedíciu do spracovateľského centra JAVYS, a.s. na základe platných zmlúv s JAVYS, a.s. [III.6].

RAO sa spracovávajú na zariadeniach príslušného spracovateľského centra a následne upravujú do VBK.

VBK je kontajner určený pre uloženie zafixovaných RAO v RÚ RAO Mochovce.

14.7.2.1 Spracovanie triedených a netriedených PRAO

14.7.2.1.1 Zariadenia na spracovanie PRAO

PRAO je z priestorov MO34 zhromažďovaný objekt predspracovania RAO, kde sa po predchádzajúcej fragmentácii dočasne uskladňuje. V rámci systému nakladania s PRAO sa odpady triedia, merajú, balia a označujú nasledovným spôsobom:

1. Odpad určený na spracovanie je umiestnený v kovových uzatváracích debnách alebo uzatvárateľných dopravných vozíkoch. Pracovisko je vybavené triediacim karuselom, kde je pevný odpad rozdelený do 3 základných skupín - potenciálne neaktívny odpad, PRAO určený k ďalšiemu triedeniu v triediacom boxe a aktívny PRAO.
2. Spáliteľné odpady prinesené priamo v oranžových polyetylénových vreckách obsluha kontroluje na prítomnosť kovov a vizuálne na prítomnosť mokrých odpadov. Vrecká sa plnia max. do 2/3 objemu, do hmotnosti max. 8 kg. Vo vreckách musia byť pevné predmety uložené tak, aby nepoškodili vrecko. Takto zabalené spáliteľné odpady sa vkladajú do 200 l oceleových sudov. Pri balení spáliteľných odpadov hmotnosť RAO v sude sa musí pohybovať medzi 30 ÷ 40 kg.
3. Nespáliteľné odpady (kontaminovaná stavebná sutina, kovové odpady a iné nespáliteľné odpady) obsluha kontroluje, balí do 200 l oceleových sudov.
4. Nespáliteľné odpady nesmú byť zabalené v polyamidových oranžových vreckách. Sú do spracovateľského centra prepravované v 200 l oceleových sudoch na VT lisovanie s max. hmotnosťou 300 kg.
5. Sudy s PRAO určenými na VT lisovanie môžu obsahovať max. 10% hmotnosti veľmi pružného materiálu (guma, káble, hadice, igelity a iný pružiaci materiál).
6. Všetky sudy balené a pripravované na VT lisovanie musia byť predtým lisované na nízkotlakovom lise.
7. Mokrý a vlhký odpad (handry) sa prepierajú v pračke a sušia v špeciálnej a tomuto účelu vyrobenej sušičke.
8. Vzduchotechnické vložky a aktívne filtre - tieto odpady sú po zmeraní dávkového príkonu a povrchovej rádioaktívnej kontaminácie uložené k vymieraniu do vyčlenenej kobky. Táto kobka je vybavená zostavou pre ohradové palety. Neaktívne filtre budú po premeraní uvoľnené do životného prostredia.
9. Veľkorozmerný odpad sa spracuje pomocou hydraulických nožníc alebo píly, kde sa veľkorozmerný materiál delí na časti, ktoré možno vložiť do 200 l suda. Po premeraní je možno PRAO roztriediť na aktívny PRAO a potenciálne neaktívny odpad. PRAO bude vložený do sudov.
10. PRAO v 200 l sudoch sú do miestností predúpravy PRAO prepravované bežnými manipulačnými prostriedkami (nízkozdvíhací vozíky) po chodbách, nákladnými výtahmi (výtah je rozšírený a má zvýšenú nosnosť).

14.7.2.1.2 Príprava na expedíciu

Každý sud s RAO určený na prepravu do spracovateľského centra musí byť označený nálepkou a číslom, je zaevidovaný elektronickou formou v programovej aplikácii v integrovanom informačnom systéme.

V jednej preprave sa spravidla prepravuje staovený počet sudov v prepravnom ISO kontajneri. Nie je prípustné prepravovať vyšší počet sudov. Na základe kontroly RAO sú ku každej preprave vystavené:

- a) protokoly z merania v meracej komore,
- b) sprievodné listy, kde je odpad úplne a presne popísaný,
- c) 1 odovzdávací protokol rádioaktívnych odpadov,
- d) 1 protokol pre prepravu rádioaktívneho materiálu podľa pravidiel IAEA,
- e) 1 materiállová priepustka.

Pred opustením prepravy z areálu SE-EMO musí byť preprava tiež zaevidovaná integrovaným informačným systémom. Preprava sa realizuje podľa prevádzkových predpisov prepravcu (JAVYS, a.s., [III.7], [III.8]), dopravcu (SE-EMO [I.27]) a súvisiacej dokumentácie integrovaného systému manažérstva dopravcu aj prepravcu). Pri odovzdávaní RAO na konečné spracovanie je povinnosťou pôvodcu, teda SE-EMO deklarovať rádionuklidové zloženie odovzdávaného odpadu v zmysle prevádzkového inštrukčného predpisu JAVYS, a.s. „Deklarovanie obsahu rádionuklidov v RAO spracovávaných na BSC pred ich uložením na RÚ RAO“.

14.7.2.1.3 Preprava RAO do spracovateľského centra

Označené a zapečatené sudy sa pripravujú na prepravu deň pred plánovaným odvozom presunutím do vlečkového koridoru určeného objektu, kde ich dozimetrista premeria na povrchovú rádioaktívnu kontamináciu. Pri nakladaní je vždy prítomný dozimetrista. V závislosti od dávkového príkonu prepravovaného RAO dozimetrista určuje podmienky pre prepravu. RAO je prepravovaný vopred určenou trasou [III.3].

Do spracovateľského centra sú odpady prepravované v jednotnom obale - 200 l oceľových pozinkovaných sudoch MEVA, ktoré sú príslušne označené a vložené do ISO kontajnerov na prepravnej automobilovej súprave. Spôsob značenia rešpektuje zaužívané kódovanie. Prepravu PRAO z SE-EMO do JAVYS, a.s. vykonáva odbor dopravy SE-EMO (dopravca) a zabezpečuje JAVYS, a.s. (prepravca) v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 57/2006 Z.z. o podrobnostiach prepravy jadrových materiálov [II.6]. Ročne sa predpokladá $20 \div 25$ prepráv s PRAO a KRAO z prevádzky MO34, z čoho približne 80% tvoria spáliteľné PRAO ($20 \div 25$ t) a zvyšok okolo 10 t lisovateľné kovové RAO, na ktoré postačujú 3 separátne prepravy.

Pre neaktívne odpady podľa dokumentácie „Transportná cesta“ [I.24], je pri severnej bráne vybudovaný prístrešok, kde sú pomocou mostového žeriavu expedované neaktívne odpady uložené v 200 l sudoch v ISO kontajneroch, a príslušným prepravným vozidlom vyvážené do ŽP.

14.7.2.2 Spracovanie a úprava RAO expedovaných do spracovateľského centra

S dovezeným RAO sa v spracovateľskom centre nakladá v zmysle schváleného prevádzkového predpisu „Transportná technológia a zdvíhacie zariadenia“. V zmysle tohto predpisu sa realizuje vykladanie a vyprázdňovanie RAO z prepravného kontajnera.

14.7.2.3 Spracovanie a úprava PRAO z vyradovania

Koncepčný plán vyradovania MO34 [I.30] počíta s tvorbou pevných odpadov, s ktorými sa bude nakladať podľa druhu materiálov, rádioaktívnej kontaminácie, zvoleného variantu vyradovania a príslušných etáp harmonogramov vyradovania. Drvivá väčšina odpadov bude mať charakter neaktívnych, resp. podmienene aktívnych odpadov, ktoré budú vyvezené do ŽP. Pri kontaminovaných odpadoch budú použité moderné dekontaminačné postupy, resp. ich kombinácia, ktorých účelom bude minimalizovať objem zostatkových PRAO pri rešpektovaní a dodržaní požadovaných limitov pre ich vyvezenie do ŽP. Napriek tomu množstvo veľmi nízko a nízko aktívnych PRAO určených na spracovanie a úpravu lisovaním, spaľovaním, resp. priamo zalievaním cementovou zálievkou vo VBK bude niekoľko násobne vyššie ako za normálnej prevádzky a teda spracovateľská kapacita v súčasnosti existujúcich technológií v JAVYS, a.s. nebude postačovať. Z toho dôvodu sa počíta, že bude zriadené aj ďalšie pracovisko na príjem a úpravu fragmentovaných PRAO z vyradovania do VBK.

Pre skupinu pevných strednoaktívnych RAO pozostávajúcu z komponentov primárneho okruhu nebudú môcť byť použité spracovateľské technológie JAVYS, a.s., pretože sa jedná o PRAO neuložiteľný v RÚ RAO. Pre strednoaktívne RAO sa uvažuje s variantom ich dlhodobého skladovania, pričom sa počíta s uplatnením

metód diaľkovo riadenej dekontaminácie a demontáže a s prípadným konečným uložením v hlbinnom úložisku v tuzemsku alebo v zahraničí.

14.7.3 Bezpečnosť počas manipulácie s RAO

14.7.3.1 BOZP

Počas manipulácie s rádioaktívnymi odpadmi je potrebné dodržiavať všetky vyhlášky týkajúce sa BOZP.

Technická dokumentácia pracovných prostriedkov a pracovných postupov, ktoré sa používajú pri práci, obsahuje požiadavky na zaistenie BOZP pri ich výrobe, preprave, montáži, inštalácii, prevádzke, používaní, údržbe, oprave, rekonštrukcii a likvidácii. Technická dokumentácia musí obsahovať požiadavky na zaistenie BOZP na prípravu, výstavbu, prestavbu a ich prevádzku. Súčasťou technickej dokumentácie je aj návod na bezpečné používanie a údržbu a podmienky vykonávania kontrol a prehliadok.

Zamestnanec je povinný dodržiavať právne predpisy a ostatné predpisy na zaistenie BOZP, pokyny na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, zásady bezpečnej práce, zásady ochrany zdravia pri práci a zásady bezpečného správania na pracovisku a určené pracovné postupy, s ktorými bol riadne a preukázateľne oboznámený.

14.7.3.2 Radiačná bezpečnosť

Na pracovisku, v dielňach a v celom KP je dovolené používať iba materiály, predmety a náradie, ktoré bezprostredne súvisia s vykonávaním prác. Vnášanie iných materiálov a predmetov do KP je zakázané.

V KP je povolené zaobchádzať s odpadmi iba v súlade so zavedeným systémom a v zmysle relevantných smerníc prevádzkovateľa.

Po vykonaní merania PRAO a nalepení štítku, je prísne zakázané manipulovať s obsahom obalu (fólie resp. vreca), teda vkladať, alebo vyberať z neho materiál, alebo iným spôsobom meniť jeho zloženie.

Všetky práce s RAO v KP sa vykonávajú na R-príkaz. Pri práci sú títo pracovníci povinní dodržiavať pravidlá radiačnej bezpečnosti.

Pri manipuláciách, pri ktorých príde k vysypaniu odpadov z vreca alebo k poškodeniu vreca, sú povinní pracovníci uložiť odpady do nového obalu, opätovne odpady premerať a označiť novým štítkom.

Počas manipulácie s rádioaktívnymi odpadmi je potrebné dodržiavať všetky zákony a vyhlášky týkajúce sa radiačnej bezpečnosti:

1. Zákon č. 87/2018 Z.z. o radiačnej ochrane a doplnení niektorých zákonov [II.8].
2. Vyhláška MZ SR č. 99/2018 Z.z. o o zabezpečení radiačnej ochrany [II.7].

14.8 Preprava RAO

14.8.1 Preprava pevných RAO

Preprava PRAO na spracovanie a úpravu do JAVYS, a.s. je vykonávaná na základe platnej Zmluvy o poskytovaní jadrových služieb medzi SE, a.s. (dopravca) a JAVYS, a.s. (prepravca).

Dohodnutý je presný spôsob triedenia a balenia odpadov v súlade s Druhovým katalógom rádioaktívnych odpadov pre ich spracovávanie v JAVYS, a.s. označovania odpadov a prepravné prostriedky na prepravu medzi oboma závodmi.

Každý sud je zmeraný v meracej komore a zaevidovaný v elektronickom systéme. Pre každý sud je vystavený sprievodný list RAO v obale a pre celú zásielku hromadný sprievodný list, tzv. Odovzdávací protokol. V jednej zásielke sa sudy prepravujú v ISO kontajneri. Pre celú zásielku je vystavený protokol o preprave.

14.8.2 Preprava kvapalných RAO

KRAO – RA-koncentráty, ionexy, prípadne oleje a iné kvapalné odpady sa neprepravujú do JAVYS, a.s. v samostatných obalových súboroch.

Premiestňovanie KRAO – rádioaktívny koncentrát a ionexy - na spracovanie a úpravu do JAVYS, a.s. sa bude vykonávať potrubnými trasami a technologickými systémami medzi prevádzkou EMO a prevádzkou spracovateľského zariadenia JAVYS, a.s., ktoré je umiestnené v areáli SE-EMO. Spracovateľské centrum je priamo napojené na technologické systémy SE-EMO jednotlivými potrubnými trasami, cez ktoré sa podľa platnej zmluvy a dohodnutého harmonogramu spracovania medzi SE, a.s. a JAVYS, a.s. budú prečerpávať a premiestňovať jednotlivé druhy KRAO na spracovanie.

14.9 Evidencia RAO

Podľa požiadaviek vyhlášky ÚJD SR č. 30/2012 Z.z. [II.5] je každý držiteľ povolenia povinný evidovať nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi. Túto evidenciu uchováva držiteľ povolenia na prevádzku úložiska od prevzatia rádioaktívnych odpadov až do uzatvorenia úložiska.

14.9.1 Sprievodný list RAO

Pre každý sud zaplnený RAO je vystavený „Sprievodný list RAO v obale“. Sprievodné listy rádioaktívnych odpadov podľa vyhlášky ÚJD SR č. 30/2012 Z.z. [II.5] obsahujú:

- a) špecifikáciu charakterizujúcu ich formu a pôvod,
- b) typ a identifikačné označenie obalového súboru,
- c) dátum začiatku a dátum dokončenia plnenia obalového súboru,
- d) typ a identifikačné označenie balenej formy,
- e) celkovú aktivitu alfa a beta rádionuklidov a spôsob jej dokladovania,
- f) aktivitu jednotlivých rádionuklidov, ktorých obsah je limitovaný určenými kritériami prijateľnosti a spôsob jej dokladovania,
- g) aktivitu ďalších významných rádionuklidov, ktorých podiel na celkovej aktivite presahuje 1 %, a spôsob jej dokladovania,
- h) hodnoty vylúhovateľnosti, pevnosti v tlaku, obsahu nebezpečných látok a ďalších parametrov určených z bezpečnostných rozborov spracovania, úpravy, skladovania, prepravy rádioaktívnych odpadov a ich ukladania,
- i) opis heterogenít nachádzajúcich sa v balenej forme s údajmi podľa písmen e) až h),
- j) dávkový príkon na povrchu obalového súboru,
- k) celkovú hmotnosť zaplneného obalového súboru,
- l) údaje o povrchovej kontaminácii obalového súboru rádionuklidmi,
- m) dátum vystavenia sprievodného listu s uvedením dokumentácie, na základe ktorej bol vystavený,
- n) obchodné meno, identifikačné číslo odovzdávajúcej a preberajúcej fyzickej osoby alebo právnickej osoby a meno, priezvisko, funkciu a podpis jej povereného zamestnanca.

14.9.2 Označovanie RAO

Každý obal, v ktorom sú vložené rádioaktívne odpady, je strojníkmi RAO očíslovaný a evidovaný.

Kovové ohradové palety na ukladanie vriec sú číslované.

Palety na ukladanie 4 ks sudov sú číslované.

Oceľové 200 l MEVA sudy sú číslované a označované stanoveným kódom.

14.9.3 Evidencia RAO písomnou formou

Evidenciu PRAO vykonávajú strojníci RAO písomnou formou v Denníku. Eviduje sa každý obal s PRAO, vrece, sud a paleta, prípadne iný obal, v ktorom sú uložené rádioaktívne odpady.

Eviduje sa:

- a) producent RAO,
- b) druh odpadu,
- c) miesto vzniku RAO,
- d) prevádzkový stav bloku pri vzniku RAO,
- e) množstvo RAO - PRAO v kg,
- f) dátum vzniku odpadu a dátum radiačného merania odpadu,
- g) dávkový príkon,
- h) povrchová kontaminácia.

Mesačne sa vykazujú hlásenia pre SE, a.s. o množstve vzniknutých RAO, množstve odvezených RAO na spracovanie do JAVYS, a.s. a o množstve vyvezených odpadov do životného prostredia.

14.9.4 Evidencia RAO elektronickou formou

Evidencia rádioaktívnych odpadov je vykonávaná elektronickou formou v programovej aplikácii v informačnom systéme MO34. Aplikácia umožňuje elektronickou formou zaevidovať všetky rádioaktívne odpady, uskladňovať a preskladňovať ich v skladoch, spracovať a pripraviť na prepravu.

14.10 Ukladanie RAO

14.10.1 Ukladanie RAO z prevádzky MO34

Prevádzkové odpady z MO34 budú po spracovaní a úprave uložené na Republikovom úložisku RAO Mochovce. Uložiteľnosť jednotlivých druhov RAO je definovaná v dokumente „Limity a podmienky prevádzky RÚ RAO“ [III.5].

Na úložisko je možné uložiť iba rádioaktívne odpady fixované do vhodnej matrice vo vláknobetónových kontajneroch (VBK), ktorých integrita je garantovaná najmenej na 300 rokov. Pre uloženie v úložisku je akceptovateľná iba balená forma schválená ÚJD SR, pre takúto balenú formu platia kritériá prijateľnosti resp. limitné podmienky. Podkladom a predpokladom pre schvaľovanie možnosti ukladania ďalších balených foriem RAO sú bezpečnostné analýzy.

Na základe bezpečnostných rozborov doteraz schválené balené formy môžu obsahovať napr. odpad fixovaný do cementovej a/alebo bitúmenovej matrice, aluminosilikátovej matrice, výlisky rádioaktívneho popola aditívovaného parafínom a výlisky nespáliteľného pevného odpadu z lisovania pod vysokým tlakom. Sudy s odpadom fixovaným v danej matrici a výlisky sú v kontajneri zaliate aktívnou alebo neaktívnou cementovou zálievkou tak, že spoločne zaplňajú minimálne 95% vnútorného objemu kontajnera.

Predpoklad prevádzkovania elektrárne Mochovce závod MO34 je v zmysle projektovanej životnosti. Avšak v zmysle požiadaviek Vyhlášky ÚJD SR č. 33/2012 Z. z. o pravidelnom, komplexnom a systematickom hodnotení jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení bude aj prevádzkovaná jadrová elektráreň MO34 predmetom periodického hodnotenia - po prvý krát ku dňu, v ktorom uplynie osem rokov od nadobudnutia právoplatnosti povolenia na prevádzku, ak bude prvotné rozhodnutie vydané na obdobie desiatich rokov. Každé ďalšie periodické hodnotenie vykoná držiteľ povolenia podľa aktuálneho stavu jadrového zariadenia ku dňu, kedy uplynie desať rokov odo dňa, ku ktorému bolo vykonané predchádzajúce periodické hodnotenie. Každá preverovaná oblasť bude hodnotená a zistenia porovnávané s aktuálnymi bezpečnostnými požiadavkami na jadrovú bezpečnosť a dobrou praxou v čase konania previerky. Týmto spôsobom bude zabezpečená požadovaná úroveň jadrovej bezpečnosti aj v procese predlžovania prevádzky jadrovej elektrárne MO34 nad rámec projektovanej životnosti za predpokladu splnenia platných legislatívnych požiadaviek.

Po vyradení elektrárne z prevádzky budú strednoaktívne odpady z vymieracej šachty uložené v hlbinnom úložisku. Za predpokladu prevádzky je začiatok 1. etapy vyradovania v roku cca 2064 (prevádzka do 2056 + etapa ukončovania prevádzky cca 8 rokov). V tomto termíne však pravdepodobne nebude v prevádzke Hlbinné úložisko, keďže Stratégia záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie v SR predpokladá vybudovanie hlbinného úložiska RAO do r. 2065 [I.3], [III.12]. Preto bude potrebné pre etapu vyradovania MO34 spôsob skladovania strednoaktívnych RAO vyriešiť.

Ukladanie rádioaktívnych odpadov predstavuje dôležitú oblasť nakladania s RAO s ohľadom na dopad na životné prostredie a človeka. V SR bola otázka ukladania nízko aktívnych RAO riešená vybudovaním úložiska povrchového typu pre tieto druhy RAO v Mochovciach. Realizovaný bol multibariérový koncept ukladania tzv. balenej formy RAO, t.j. spevnených RAO a pevných RAO v špeciálnych kontajneroch, tzv. vláknobetónových kontajneroch [III.6].

Hlavnou časťou úložiska sú samotné priestory na ukladanie. Najdôležitejšou inžinierskou bariérou brániacou obojsmernému prieniku vody a migrácii rádionuklidov z úložných priestorov je vrstva zhutneného ílu. Každý dvojrad je vsadený do ílovej vane, ktorej hrúbka stien je 3,5 m a dna 1 m [III.6].

Dôležitou súčasťou úložiska je tiež drenážny systém slúžiaci na odvedenie a kontrolu drenážnych vôd z priestoru ukladania RAO a jeho najbližšieho okolia. Vývody drenáží z boxov sú vyvedené do zberného potrubia, ktoré je umiestnené v štôlni. Betónové štôlne klenbového profilu sú pozdĺž každého radu a sú ukončené vstupnými kontrolnými železobetónovými šachtami. Štôlne sú priechodné, osvetlené a vetrateľné. Do štôlní sú vyvedené aj vývody z tzv. kontrolovanej drenáže, ktorá odvádza vodu z drenážnej štrkovej vrstvy medzi dnom dvojradu boxov a ílovou vaňou.

Z prevádzky a vyradovania 3. a 4. bloku JE Mochovce na úložisko RAO je možné uložiť iba tie rádioaktívne odpady, ktoré sú fixované do vhodnej matrice vo vláknobetónových kontajneroch (VBK). Integrita týchto kontajnerov je garantovaná najmenej na 300 rokov [III.6]. Funkčný VBK je dôležitou bariérou proti prieniku vody z boxu k odpadu a proti migrácii rádionuklidov z odpadovej formy. Vďaka vysokej mechanickej odolnosti má významnú úlohu v stabilite celého úložiska. Na kontajnery sú kladené prísne požiadavky na pevnosť a tesnosť, musia byť odolné voči opakovaným zmenám teploty, vykazovať radiačnú stálosť a to aj po naplnení upravenými odpadmi.

Základným predpokladom pre konečné uloženie rádioaktívnych odpadov z prevádzky a vyradovania 3. a 4. bloku JE Mochovce je neprekročenie limitov a podmienok prevádzky úložiska, t.j. bezpečnostných a prevádzkových obmedzení. Bezpečnostné limity a podmienky súvisia priamo s bezpečnostnými analýzami a prevádzkové limity vyplývajú z konštrukcie technologických zariadení a charakterizujú ich funkciu a použitie, resp. vylučujú niektoré javy priamo nesúvisiace s bezpečnostnými analýzami. Rádiologické limity pre dlhodobé hodnotenie bezpečnosti stanovené pre jednotlivca z kritickej skupiny obyvateľstva boli dané orgánom štátneho zdravotného dozoru [III.6].

14.10.2 Produkcia a ukladanie RAO z vyradovania MO34

Pri charakterizácii druhov odpadov z vyradovania sa vychádza zo stavu JE na konci fázy ukončovania prevádzky po konečnom odstavení reaktora, kedy je všetko VJP vyvezené z bazénu skladovania paliva pri reaktore a všetky kvapalné a pevné prevádzkové odpady sú spracované. VJP a prevádzkové odpady nie sú predmetom vyradovania JE [I.18].

Celkový inventár hlavných druhov RAO z vyradovania JE MO34 ako výsledok výpočtu uvádza Konceptný plán vyradovania nasledujúca tabuľka [I.30].

Tabuľka 14.10-1: Inventár RAO z vyradovania JE MO34 [I.30]

Materiál (množstvo, resp. aktivita)	Jednotka	Variant: vyradovanie na zelenú lúku	Variant: vyradovanie s ochranným uložením
C-ocel' uvoľnená do ŽP	[kg]	74 523 543	74 880 479
C-ocel' uvoľnená do ŽP zo zariadení v KP	[kg]	9 272 253	9 629 189
C-ocel' uvoľnená do ŽP priamo po demontáži	[kg]	5 789 939	6 369 314
C-ocel' uvoľnená do ŽP po podemontážnej dekontaminácii	[kg]	579 652	2 953 793
C-ocel' uvoľnená do ŽP po podemontážnej dekontaminácii a pretavbe	[kg]	2 902 662	306 081
C-ocel' uvoľnená do ŽP zo zariadení mimo KP	[kg]	21 690 865	21 690 865
Stavebná C-ocel' uvoľnená do ŽP (vrátane ocele zo železobetónov)	[kg]	43 560 425	43 560 425
C-ocel' uložená do RÚ	[kg]	1 100 932	743 997
C-ocel' uložená do HÚ	[kg]	0	0
N-ocel' uvoľnená do ŽP	[kg]	4 502 229	5 721 455
N-ocel' uvoľnená do ŽP zo zariadení v KP	[kg]	4 308 229	5 527 455
N-ocel' uvoľnená do ŽP priamo po demontáži	[kg]	824 842	2 902 737
N-ocel' uvoľnená do ŽP po podemontážnej dekontaminácii	[kg]	3 483 387	2 624 718

Materiál (množstvo, resp. aktivita)	Jednotka	Variant: vyraďovanie na zelenú lúku	Variant: vyraďovanie s ochranným uložením
N-ocel' uvoľnená do ŽP po podemontážnej dekontaminácii a pretavbe	[kg]	0	0
N-ocel' uvoľnená do ŽP zo zariadení mimo KP	[kg]	194 000	194 000
N-ocel' uložená do RÚ	[kg]	1 583 928	364 702
N-ocel' uložená do HÚ	[kg]	197 706	197 706
Farebné kovy uvoľnené do ŽP	[kg]	5 749 468	5 869 829
Farebné kovy uložené do RÚ	[kg]	332 496	212 135
Farebné kovy uložené do HÚ	[kg]	0	0
Nekovové materiály uvoľnené do ŽP	[kg]	348 523 412	349 328 412
Nekovové materiály určené na komunálnu skládku	[kg]	29 513 592	29 713 592
Nekovové materiály určené na špeciálnu skládku	[kg]	122 224	122 224
Nekovové materiály určené na zásyp v lokalite	[kg]	318 887 596	319 492 596
Nekovové materiály uložené do RÚ	[kg]	1 910 000	1 105 000
Nekovové materiály uložené do HÚ	[kg]	0	0
Kvapalnú RAO	[m ³]	17 104	28 541
Kontaminované vody okrem koncentrátov a špeciálnych KRAO	[m ³]	16 861	28 142
Koncentráty zo zahustenia na odparke	[m ³]	236	385
Ionexy nízkoaktívne a strednoaktívne	[m ³]	8	13
Množstvo kvapalných výpustí	[m ³]	30 594	24 464
Aktivita kvapalných výpustí	[Bq]	3 902 866	5 076 434
Aktivita plynných výpustí	[Bq]	1 197 022	94 863
Počet VBK uložených v RÚ RAO	[ks]	2 179	1 629
Počet kontajnerov (VBK) uložených v HÚ	[ks]	42	42

Z hľadiska nakladania s odpadmi z vyraďovania možno principiálne rozdeliť odpady na dve kategórie v závislosti na ich rádioaktivite a to na odpady rádioaktívne – RAO a odpady konvenčné (odpady, ktoré vôbec neprišli do kontaktu s rádioaktivitou, resp. len s prirodzenou rádioaktivitou).

Scenáre nakladania s RAO sú zostavené podľa druhu RAO, na základe súčasnej infraštruktúry nakladania s RAO v lokalitách Jaslovské Bohunice a Mochovce a na základe plánovaných alebo predpokladaných rozšírení súčasnej infraštruktúry.

S konvenčnými odpadmi sa nakladá bežným spôsobom, ako v prípade likvidácie nejadrových priemyselných zariadení a prevádzok (recyklácia, resp. odvoz na skládku), potrebné je brať na zreteľ nebezpečné odpady. Týmto odpadom musí byť venovaná osobitná pozornosť pri ich likvidácii tak, aby boli splnené požiadavky na ochranu životného prostredia.

14.10.3 Odhad množstva RAO z prevádzky a vyraďovania MO34 pre uloženie v RÚ RAO

Na základe údajov o množstvách RAO produkovaných pri prevádzke 1. a 2. bloku JE Mochovce, boli vykonané výpočty bilancie RAO, ktoré je možné uložiť v RÚ RAO. Z výsledkov tejto bilancie sa predpokladá, že pri prevádzke 3. a 4. bloku JE Mochovce vznikne max. 1571 ks VBK, ktoré bude možné uložiť v RÚ RAO. Pri samotnom vyraďovaní 3. a 4. bloku JE Mochovce sa predpokladá max. produkcia 2110 ks VBK, ktoré bude tiež možné uložiť v RÚ RAO. Na základe výsledkov týchto bilancií bolo teda zistené, že prevádzka a následné vyraďovanie 3. a 4. bloku JE Mochovce nebude vyžadovať významné rozšírenie kapacitných možností RÚ RAO o nové úložné dvojradu (boxy) [III.9],[III.10].

Tabuľka 14.10-2: Bilancia RAO produkovaných počas prevádzky 3. a 4. bloku JE Mochovce až do vyradenia MO34 [III.9],[III.10]

Typ matrice	BP KONCENT.	VPRAO	VLP	BP IONEXY	NKO	ACZ KONCENT.	ACZ PRACIA KVAP.	KŠ INÝ ODPAD	SPOLU
Objem [m ³]	1004,84	1,28E+02	2,92E+01	8,00E+02	3,00E+01	2,58E+03	2,49E+02	5,12E+01	4,87E+03
Vybraný rádionuklid	Aktivita [Bq]								
¹⁴ C	4,59E+09	6,24E+06	2,88E+05	1,05E+09	3,10E+09	5,93E+09	1,08E+09	1,20E+08	3,20E+10
⁴¹ Ca	5,38E+06	2,28E+05	1,71E+05	7,92E+06	3,63E+06	6,96E+06	1,27E+06	1,40E+05	6,14E+08
⁵⁹ Ni	9,51E+06	1,93E+07	1,76E+04	4,92E+07	6,5E+066	1,23E+07	2,24E+06	2,40E+05	5,00E+10
⁶³ Ni	1,67E+09	2,25E+09	2,85E+07	6,89E+09	1,70E+08	2,16E+09	3,93E+08	4,30E+07	5,84E+12
⁷⁹ Se	5,40E+07	8,88E+09	1,92E+06	1,04E+09	2,10E+04	6,99E+07	4,54E+06	1,40E+06	1,40E+11
⁹⁰ Sr	5,34E+07	4,01E+10	1,47E+10	8,68E+09	2,10E+04	6,91E+07	4,49E+06	1,40E+06	6,52E+11
⁹³ Mo	2,41E+07	7,97E+07	3,08E+04	3,61E+08	1,90E+04	3,11E+07	5,66E+06	1,20E+06	2,07E+11
⁹³ Zr	4,77E+07	1,59E+09	5,77E+05	6,11E+08	1,60E+07	6,18E+07	4,01E+06	6,20E+05	2,57E+10
⁹⁴ Nb	1,32E+07	4,22E+07	3,30E+06	1,20E+08	8,91E+06	1,71E+07	3,11E+06	3,40E+05	1,09E+11
⁹⁹ Tc	2,99E+07	1,03E+11	1,22E+07	1,19E+08	7,80E+06	3,86E+07	2,51E+06	7,70E+05	1,61E+12
¹⁰⁷ Pd	5,85E+07	9,31E+09	2,11E+06	5,73E+08	2,30E+04	7,57E+07	4,92E+06	1,50E+06	1,47E+11
¹²⁶ Sn	8,76E+06	3,30E+10	4,44E+06	1,01E+10	3,40E+03	1,13E+07	7,36E+05	2,30E+05	5,28E+11
¹²⁹ I	7,59E+06	8,34E+08	9,05E+05	2,11E+07	3,00E+03	9,81E+06	6,37E+05	2,00E+05	1,31E+10
¹⁵¹ Sm	5,87E+07	4,26E+09	4,86E+05	5,17E+09	1,00E+02	7,59E+07	4,93E+06	1,50E+06	7,22E+10
²³⁸ Pu	1,19E+06	1,01E+06	6,51E+04	6,16E+04	8,00E+10	1,53E+06	2,79E+05	3,00E+04	8,26E+10
²³⁹ Pu	1,89E+06	5,40E+06	6,75E+04	4,62E+04	1,30E+06	2,45E+06	4,45E+05	4,90E+04	1,40E+10
²⁴¹ Am	7,84E+05	1,87E+06	9,05E+04	1,19E+08	5,30E+05	1,01E+06	1,84E+05	2,00E+04	4,95E+09
¹³⁵ Cs	2,67E+05	8,66E+07	1,41E+05	5,39E+07	1,00E+02	3,46E+05	2,25E+04	7,00E+03	1,41E+09
¹³⁷ Cs	1,04E+11	5,45E+11	3,50E+10	2,14E+12	9,78E+07	1,35E+11	8,78E+09	2,78E+09	1,10E+13
⁶⁰ Co	5,22E+08	6,20E+09	4,89E+08	1,07E+10	3,52E+08	6,76E+08	1,23E+08	4,58E+07	1,60E+13

Tabuľka 14.10-3: Bilancia RAO produkovaných počas vyrad'ovania 3. a 4. bloku JE Mochovce [III.9],[III.10]

Typ matrice	BP KONCENT.	VPRAO	VLP	BP IONEXY	NKO	ACZ KONCENT.	NKNL	NZ	SPOLU
Objem [m ³]	118	1,57E+03	8,00E+00	2,00E+01	8,99E+02	7,20E+01	1,63E+02	3,69E+03	6,54E+03
Vybraný rádionuklid	Aktivita [Bq]								
¹⁴ C	4,12E+10	2,39E+08	7,81E+05	3,65E+07	1,00E+15	1,05E+09	8,00E+11		1,00E+15
⁴¹ Ca	4,84E+07	8,72E+06	4,64E+05	2,74E+05	1,30E+12	1,23E+06	9,40E+08		1,30E+12
⁵⁹ Ni	8,55E+07	7,39E+08	4,76E+04	1,70E+06	2,30E+12	2,17E+06	1,70E+09		2,30E+12
⁶³ Ni	1,50E+10	8,63E+10	7,73E+07	2,39E+08	4,00E+14	3,82E+08	3,00E+11		4,00E+14
⁷⁹ Se	4,86E+08	2,41E+10	5,21E+06	3,60E+07	1,82E+10	1,23E+07	1,30E+08		4,30E+10
⁹⁰ Sr	4,80E+08	1,09E+11	3,99E+10	3,01E+08	1,80E+10	1,22E+07	1,30E+09		1,69E+11
⁹³ Mo	2,17E+08	3,06E+09	8,34E+04	1,25E+07	1,61E+10	5,50E+06	1,10E+08		1,95E+10
⁹³ Zr	4,29E+08	4,32E+09	1,56E+06	2,12E+07	5,90E+12	1,09E+07	4,20E+09		5,91E+12
⁹⁴ Nb	1,19E+08	1,62E+09	8,95E+06	4,15E+06	3,20E+12	3,02E+06	2,30E+09		3,20E+12
⁹⁹ Tc	2,69E+08	2,80E+11	3,29E+07	4,12E+06	1,00E+10	6,83E+06	7,10E+07		2,90E+11
¹⁰⁷ Pd	5,26E+08	2,53E+10	5,71E+06	1,98E+07	2,00E+10	1,34E+07	1,40E+08		4,60E+10
¹²⁶ Sn	7,87E+07	8,98E+10	1,20E+07	3,51E+08	3,00E+09	2,00E+06	2,10E+07		9,33E+10
¹²⁹ I	6,82E+07	2,27E+09	2,45E+06	7,29E+05	2,60E+09	1,73E+06	1,80E+07		4,96E+09
¹⁵¹ Sm	5,28E+08	1,16E+10	1,32E+06	1,79E+08	2,00E+10	1,34E+07	1,40E+08		3,25E+10
²³⁸ Pu	1,07E+07	3,89E+07	1,76E+05	2,13E+03	3,00E+11	2,71E+05	2,10E+08		3,00E+11
²³⁹ Pu	1,70E+07	2,07E+08	1,83E+05	1,60E+03	5,00E+11	4,32E+05	8,90E+08		5,01E+11
²⁴¹ Am	7,04E+06	7,16E+07	2,45E+05	4,11E+06	2,00E+11	1,79E+05	1,40E+08		2,00E+11
¹³⁵ Cs	2,40E+06	2,35E+08	3,81E+05	1,87E+06	9,00E+07	6,11E+04	6,00E+05		3,30E+08
¹³⁷ Cs	9,39E+11	1,48E+12	9,47E+10	7,40E+10	3,52E+13	2,39E+10	2,47E+11		3,81E+13
⁶⁰ Co	4,70E+09	2,37E+11	1,33E+09	3,70E+08	1,27E+14	1,19E+08	9,14E+10		1,27E+14

LITERATÚRA**I Zdrojové dokumenty, ktoré sú vlastníctvom SE, a.s.**

- [I.1] PpBS MO34, Kapitola 14 Opis nakladania s rádioaktívnymi odpadmi
- [I.2] Predbežný plán nakladania s rádioaktívnymi odpadmi, s vyhoreným jadrovým palivom vrátane ich prepravy
- [I.3] Plán nakladania s rádioaktívnymi odpadmi a s vyhoreným palivom vrátane ich prepravy
- [I.4] Plán nakladania s RAO v SE-EMO, Metodický návod
- [I.5] PpBS MO34, Kapitola 06.11 Nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi, rev. 4
- [I.6] Koncepcia minimalizácie vzniku kvapalných RAO pre revidovaný Úvodný projekt, Technická správa,
- [I.7] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.07 Systém čistenia drenážnych vôd a organizovaných únikov
- [I.8] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.09 Systém čistenia vôd bazénov skladovania VJP a nádrží havarijných systémov
- [I.9] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.11 Systém čistenia bórneho koncentrátu
- [I.10] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.04 Špeciálna kanalizácia,
- [I.11] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.03 Systém odberu aktívnych vzoriek
- [I.12] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.10 Systém čistenia odluhov PG
- [I.13] PpBS MO34, Kapitola 06.07.04.04 Systém dekontaminácie
- [I.14] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.06 Systém čistenia chladiva primárneho okruhu
- [I.15] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.08 Systém čistenia odpadových vôd a vôd z nádrží nečistého kondenzátu
- [I.16] PpBS MO34, Kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plynných výpustí
- [I.17] PpBS MO34, Kapitola 11 Zabezpečenie radiačnej ochrany
- [I.18] PpBS MO34, Kapitola 15 Postup vyradovania JE MO34 z prevádzky
- [I.19] Zaobchádzanie s kvapalnými rádioaktívnymi odpadmi, (smernica EMO12)
- [I.20] Zaobchádzanie s pevnými rádioaktívnymi odpadmi, (smernica EMO12)
- [I.21] Technologický predpis pre čistenie odpadových vôd, (predpis EMO12)
- [I.22] Zaobchádzanie s pevnými rádioaktívnymi odpadmi v SE-EMO, (inštrukcia EMO12)
- [I.23] Technologický predpis pre skladovanie kvapalných a pevných rádioaktívnych odpadov, (predpis EMO12)
- [I.24] Transportná cesta RAO
- [I.25] Minimalizácia rádioaktívnych odpadov
- [I.26] Minimalizácia tvorby RAO
- [I.27] Dopravný poriadok pre prepravu RM po železničnej vlečke EMO
- [I.28] Rozhodnutie ÚVZ SR č. OOZPŽ/6773/2011 o povolení na uvoľňovanie rádioaktívnych látok, ktoré vznikajú pri prevádzke 1. a 2. bloku Atómovej elektrárne Mochovce, október 2011
- [I.29] PpBS MO34, Kapitola 06.07.03 Vzduchotechnické systémy,

- [I.30] Konceptný plán vyradovania MO34,
- [I.31] PpBS MO34, Kapitola 13 Vplyv JE MO34 na životné prostredie,
- [I.32] PpBS MO34, Kapitola 11.02 Zdroje ionizujúceho žiarenia,
- [I.33] PpBS MO34, Kapitola 11.03 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany,
- [I.34] Cahel a kol.: Práca s otvorenými a uzatvorenými rádioaktívnymi žiaričmi, SE, a.s., 2014
- [I.35] Cviková a kol.: Podporné postupy pre výkon skúšobného laboratória, SE, a.s., 2013

II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, a pod.)

- [II.1] BNS I.1.2 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava 11/2014
- [II.2] Format and Control of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. SG-0-4.1, Viedeň 5/2004
- [II.3] Zákon č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov
- [II.4] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť, v znení neskorších predpisov
- [II.5] Vyhláška ÚJD SR č. 30/2012 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách pri nakladaní s jadrovými materiálmi, rádioaktívnymi odpadmi a vyhoretým jadrovým palivom, v znení neskorších predpisov
- [II.6] Vyhláška ÚJD SR č. 57/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o pri preprave rádioaktívnych materiálov, v znení neskorších predpisov
- [II.7] Vyhláška MZ SR č. 99/2018 Z.z. o zabezpečení radiačnej ochrany
- [II.8] Zákon č. 87/2018 Z.z. o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [II.9] Vyhláška ÚJD SR č. 431/2011 Z.z., o systéme manažérstva kvality, v znení neskorších predpisov
- [II.10] Zákon č. 143/2013 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 238/2006 Z.z. o Národnom jadrovom fonde na vyradovanie jadrových zariadení a na nakladanie s vyhoretým jadrovým palivom a rádioaktívnymi odpadmi (zákon o jadrovom fonde) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

III Zdrojové dokumenty, ktoré nepatria do I. a II. skupiny

- [III.1] Predprevádzková bezpečnostná správa FS KRAO, Mochovce, JAVYS
- [III.2] Návod na obsluhu a údržbu prepravného kontajnera PKIII/sudy, JAVYS
- [III.3] Finálne spracovanie KRAO v Mochovciach, realizačná dokumentácia technologickej časti stavby, revízia 00, 05/2005
- [III.4] Predprevádzková bezpečnostná správa pre JZ TSÚ RAO v Jaslovských Bohuniciach
- [III.5] Limity a podmienky prevádzky RÚ RAO

- [III.6] Predprevádzková bezpečnostná správa pre JZ RÚ RAO Mochovce, kapitola 7 Analýzy bezpečnosti
- [III.7] Dopravný poriadok pre prepravu RaL po pozemných komunikáciách, JAVYS, a.s.
- [III.8] Dopravný poriadok pre prepravu RaL po železničnej vlečke JAVYS, a.s.
- [III.9] Vplyv uvažovaného rozšírenia RÚ RAO Mochovce na životné prostredie, Decom Slovakia, spol. s r.o., 2006
- [III.10] Metodika bilancie RAO z prevádzky a vyradovania JE pre uloženie v RÚ RAO Mochovce, VUJE, a.s., 11/2009
- [III.11] Predprevádzková bezpečnostná správa pre AEMO, Škoda Plzeň, revízia 1, kapitola 11 Zaobchádzanie s rádioaktívnymi odpadmi, september 1997
- [III.12] Stratégia záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie v SR schválená uznesením vlády č. 26/2014 z 15. januára 2014

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 14.2-1:	Predpokladané emisie rádioaktívnych vzácnych plynov na prvých 10 rokov prevádzky MO34	14
Obrázok 14.2-2:	Predpokladané emisie rádioaktívneho jódu za 10 rokov prevádzky MO34	14
Obrázok 14.2-3:	Predpokladané emisie rádioaktívnych aerosólov za 10 rokov prevádzky MO34	15
Obrázok 14.2-4:	Tvorba PRAO od roku 2001 a predpoklad tvorby PRAO do roku 2020 [I.4]	18
Obrázok 14.3-1:	Zásady minimalizácie tvorby RAO	20

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 14.2-1:	Predpokladané množstvo plynných výpustí rádioaktívnych látok do atmosféry za 40, resp. 60 rokov prevádzky MO34 a porovnanie s príslušnou smernou hodnotou [I.3]	15
Tabuľka 14.2-2:	Bilancia predpokladanej ročnej produkcie KRAO a celková aktivita rádionuklidov pre MO34 [I.3]	16
Tabuľka 14.2-3:	Odhad celkovej produkcie KRAO pre MO34 za 40, resp. 60 rokov prevádzky [I.3]	16
Tabuľka 14.2-4:	Predpokladaná produkcia PRAO v MO34 za 40, resp. 60 rokov prevádzky [I.3]	18
Tabuľka 14.2-5:	Predpokladané množstvá odpadov vyprodukovaných počas 40, resp. 60 ročného obdobia prevádzky blokov MO34, ktoré môžu byť uvoľnené do ŽP v prípade neprekročenia limitu [I.3]	19
Tabuľka 14.2-6:	Predpokladaná aktivita a množstvo vypustených kvapalných rádioaktívnych látok za rok pri rovnovážnej prevádzkovej kampani pre dva bloky MO34 [I.3]	19
Tabuľka 14.2-7:	Predpokladané ročné limity pre vypúšťanie rádioaktívnych kvapalín za normálnej prevádzky MO34 [I.3]	19
Tabuľka 14.10-1:	Inventár RAO z vyradenia JE MO34 [I.30]	59
Tabuľka 14.10-2:	Bilancia RAO produkovaných počas prevádzky 3. a 4. bloku JE Mochovce až do vyradenia MO34 [III.9],[III.10]	61
Tabuľka 14.10-3:	Bilancia RAO produkovaných počas vyradenia 3. a 4. bloku JE Mochovce [III.9],[III.10]	62