



Technická správa
Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 15 Postup vyrad'ovania JE MO34 z prevádzky

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

		LC							
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil			Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil	
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda		SEC. INDEX / INDEX utajenia	Company use/P	
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie		x	Information Only / Len na informáciu		
<small>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.</small>									
EPS No / Číslo EPS: PNM3436500007		Revision index / Index revízie: 12		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: PNM34361138		A4	6.01	R/RS	Z	8	
 * P N M 3 4 3 6 1 1 3 8 1 2 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
				1	46				

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436113812_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 31.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0710	• 31.07.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:			• VUJE, a.s.	• 0710	• 31.07.2019	•	
			•	•	•	•	
			•	•	•	•	
			•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 31.07.2019	•	
			• VUJE, a.s.	• 0770	• 31.07.2019	•	
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 31.07.2019	•	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 31.07.2019	•	

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 15 Postup vyradovania JE MO34 z prevádzky	• PNM3436113812_S_C00_V	• 12
2.	• Kapitola 15 Postup vyradovania JE MO34 z prevádzky	• PNM3436113812_S_C01_V	• 12
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	6
ÚVOD.....	8
15 POSTUP VYRAĎOVANIA JZ	8
15.1 Koncepcia vyradovania	8
15.1.1 Odporúčania MAAE	8
15.1.2 Koncepcia vyradovania MO34.....	9
15.1.3 Variant bezprostredného vyradovania.....	10
15.1.4 Alternatívne riešenie vyradovania	11
15.1.5 Nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi a inventár RAO z vyradovania.....	12
15.1.5.1 Inventár RAO z vyradovania JE MO34	12
15.1.5.2 Pevné RAO	13
15.1.5.3 Kvapalné RAO	14
15.1.5.4 Zmiešané odpady obsahujúce rádionuklidy a iný nebezpečný materiál	15
15.1.6 Plánovanie vyradovacieho procesu a požiadavky na kontrolu a archiváciu	15
15.1.7 Vedenie a archivácia dokumentácie	16
15.1.8 Riadenie organizačných zmien vrátane zabezpečenia kvality a udržania vedomostí.....	16
15.2 Zásady bezpečnosti v etape vyradovania	18
15.2.1 Princípy bezpečnosti.....	18
15.2.1.1 Realizácia princípu ALARA pre rôzne činnosti počas vyradovania.....	18
15.2.1.2 Radiačná ochrana a bezpečnosť	19
15.2.1.3 Systémy radiačnej kontroly a ochrany pre rôzne činnosti počas vyradovania	21
15.2.2 Bezpečnostné rozborý	22
15.2.2.1 Hodnotené havarijné stavy súvisiace s únikom RAO a aerosólov	24
15.2.2.2 Rádiologické dôsledky hodnotených situácií	24
15.2.3 Radiačná ochrana.....	25
15.2.4 Priemyselná bezpečnosť	26
15.2.5 Bezpečnosť vzhľadom na okolie.....	27
15.2.6 Zmierňovanie negatívnych vplyvov	28
15.3 Varianty v procese vyradovania	29
15.3.1 Faktory ovplyvňujúce výber stratégie vyradovania.....	29
15.3.2 Metódy výberu optimálneho variantu vyradovania	29
15.3.3 Základné charakteristiky hodnotených variantov vyradovania JE MO34.....	30
15.3.3.1 Variant bezprostredného vyradovania.....	30
15.3.3.2 Variant ochranného uloženia hermetickej zóny na stanovenú dobu	32
15.3.4 Zdôvodnenie výberu variantu bezprostredného vyradovania JE MO34	34
15.4 Plánovanie prípravných prác	35
15.4.1 Príprava stratégie vyradovania.....	35
15.4.2 Príprava plánu etapy vyradovania	37
15.4.3 Charakteristika etapy ukončovania prevádzky, príprava programu prác a opatrení na zabezpečenie jadrovej bezpečnosti počas ukončovania prevádzky	38
15.4.4 Schvaľovací proces pre vyradovanie	40
LITERATÚRA	44

ZOZNAM OBRÁZKOV.....	46
ZOZNAM TABULIEK	46

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

A	aktivita
A1	elektrárň A1, Jaslovské Bohunice
ALARA	tak nízko, ako je rozumne dosiahnuteľné
BIDSF	Bohunice international decommissioning fund
BOZP	bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
BAPP	Budova aktívnych pomocných prevádzok
BSC	Bohunické spracovateľské centrum
CSUDY	cementácia kovových RAO do sudov
CVBK	cementácia do kontajnerov VBK
CVBK (HÚ)	cementácia do kontajnerov CVBK - ekvivalent VBK pre HÚ
ECVN	elektrochemická vaňová dekontaminácia nehrdzavejúcich ocelí
EU	Európska únia
FS KRAO	finálne spracovanie kvapalných rádioaktívnych odpadov
HCČ	hlavné cirkulačné čerpadlo
HÚ	hlbinné úložisko
HUA	hlavná uzatváracia armatúra
HVB	hlavný výrobný blok
I.O.	primárny okruh
JE	jadrová elektrárň
JZ	jadrové zariadenie
KP	kontrolované pásmo
KRAO	kvapalné rádioaktívne odpady
LaP	limity a podmienky
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MH SR	Ministerstvo hospodárstva SR
MO34	Elektrárň Mochovce 3,4
MSVP	Medzisklad vyhoreteho jadrového paliva
NR SR	Národná rada Slovenskej republiky
NT	nízkotlakové
OOPP	osobné ochranné prostriedky a pomôcky

OP	ochranný priestor
OU	ochranné uloženie
PBS	predbežná bezpečnostná správa
PO	požiarna ochrana
QA	system zaistenia kvality (Quality Assurance)
RAO	rádioaktívny odpad
RS	reaktorová sála
RÚ RAO	Republikové úložisko RAO v Mochovciach
SR	Slovenská republika
TSÚ RAO	technológie pre spracovanie a úpravu RAO
UJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
V1	elektrárň Jaslovské Bohunice bloky 1 a 2
V2	elektrárň Jaslovské Bohunice bloky 3 a 4
VBK	vláknobetónový kontajner
VDL	vaňová dekontaminačná linka
VJP	vyhoreté jadrové palivo
VT	vysokotlakové
ZL	zelená lúka
ŽP	životné prostredie

ÚVOD

Kapitola charakterizuje postup vyradovania jadrového zariadenia MO34 a uvádza dokumentovanie zmien v nadväznosti na aktualizáciu koncepcného plánu vyradovania a spĺňa požiadavky súvisiace s vyradovaním JZ, ktoré je upravené všeobecne záväznými právnymi predpismi ÚJD SR - § 20 Zákona č. 541/2011 Z.z. [12], prílohou č. 4, časť B, I., bod C. Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [28] a BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy [46].

15 POSTUP VYRAĐOVANIA JZ

15.1 Koncepcia vyradovania

Cieľom vyradovania je postupná redukcia rizika (vyplývajúceho z prítomnosti kontaminovaných/aktivovaných systémov a objektov) a nakoniec neobmedzené uvoľnenie lokality bezpečným a efektívnym spôsobom. Aby sa dosiahol tento účel je potrebné rešpektovať niekoľko dôležitých odporúčaní pre manažment vyradovania, ktoré budú ovplyvňovať vývoj vo vyradovacom projekte vrátane priradenej organizácie riadenia. Hlavné aspekty riadenia vyradovania sú uvedené v dokumentoch [4] a [5].

15.1.1 Odporúčania MAAE

Základné stratégie vyradovania podľa MAAE sú nasledovné [6]:

- Variant 1 - Bezprostredné vyradovanie.
- Variant 2 - Odložené vyradovanie.
- Variant 3 - Uloženie na mieste.

Variant bezprostredného vyradovania predstavuje prechod z etapy prevádzky cez etapu ukončovania prevádzky priamo do etapy vyradovania. Výkon činností vyradovania môže byť v jednej alebo vo viacerých povolovacích etapách. Tento variant predpokladá, že sú vytvorené všetky podmienky pre vyradovanie už v etape ukončovania prevádzky, je akumulovaný dostatočný finančný fond a poznatky o JE sú k dispozícii v rozsahu dostatočnom pre detailné naplánovanie celého procesu vyradovania až do úrovne vyňatia lokality spod kontroly. Tento variant je v súčasnosti preferovaný MAAE, lebo predstavuje najlepšiu záruku bezpečného vyradenia JE a bezpečnostné záruky do budúcnosti, vzhľadom na životné prostredie a obyvateľstvo, sú v rámci stanovených limitov.

Varianty s odloženým vyradovaním predstavujú odstránenie hlavných zdrojových členov aktivity z doby prevádzky JE (vyhoreté jadrové palivo a prevádzkové rádioaktívne odpady), demontáž neaktívnych objektov a podľa potreby čiastočnú demontáž aktívnych objektov do úrovne ochranného uloženia, bezpečné izolovanie zostávajúcej aktivity viazanej na technologické systémy a stavebnú časť po dobu zvyčajne niekoľko desiatok rokov (30 až 50 rokov, v niektorých prípadoch i viac ako 100 rokov) a finálne vyradenie po uplynutí tohto obdobia. Proces vyradovania je rozdelený do niekoľkých povolovacích etáp. Dôvody pre tento postup môžu byť rôzne, napríklad nedostatočný finančný fond v čase ukončovania prevádzky, zložitost' situácie v danej JE, nedostupnosť technológií pre vyradovanie a nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi, nedostatok skúseností a pod. Varianty predstavujú určité riziká do budúcnosti, jednak zo spôsobu a technického zabezpečenia ochranného uloženia a jednak z neurčitostí bezpečnej realizácie činností

vyraďovania v budúcnosti, vyplývajúce z možnej straty vedomostí o JE, možností výkonu budúcich činností, rizík zachovania alebo akumulovania finančných prostriedkov a pod.

Uloženie na mieste je stratégia akceptovateľná za určitých veľmi špecifických miestnych podmienok. Nie je braná ako jedna z bežných stratégií.

Štandardné predpoklady pre začiatok vyraďovania sú sumarizované nasledovne:

- Vyhoreté jadrové palivo po dochladení je vyvezené z jadrovej elektrárne (normálne do dlhodobého skladu vyhoreného jadrového paliva).
- Prevádzkové systémy sú prázdne (nenachádzajú sa v nich prevádzkové médiá) po ich vyprázdnení a vysušení.
- Primárny okruh je dekontaminovaný použitím prevádzkových postupov a personálu; používajú sa tvrdé dekontaminačné roztoky).
- Prevádzkové odpady sú spracované; v rámci ukončovania prevádzky sa spracúvajú iba posledné várky odpadov.
- Z jadrovej elektrárne sú odstránené všetky prevádzkové materiály a médiá.

15.1.2 Koncepcia vyraďovania MO34

V súčasnosti je v SR k dispozícii dobre rozpracovaná infraštruktúra pre vyraďovanie, vrátane nakladania s rádioaktívnymi odpadmi (prevádzkované RÚ RAO pre systém nakladania so všetkými typmi odpadov z vyraďovania, ktoré splnia kritériá prijateľnosti; očakáva sa, že bude v prevádzke počas vyraďovania MO34, integrálny sklad bude k dispozícii, hlbinné úložisko bude k dispozícii). Z pohľadu odporúčaní MAAE je teda dôvod pre aplikáciu variantu bezprostredného vyraďovania. Národná stratégia SR pre vyraďovanie [15] preferuje pre JE typu VVER 440 variant bezprostredného vyraďovania. Varianty s odloženým vyraďovaním sa uvažujú ako porovnávacie.

Podľa doterajšej praxe s JE typu VVER 440, uvedenie do prevádzky obidvoch blokov MO34 sa uvažuje s odstupom jedného roka. Doba prevádzky sa predpokladá 40 rokov [15]. Predpokladá sa postupné odstavovanie reaktorov v rámci ukončovania prevádzky, tak ako sa doteraz zvažuje pre JE typu VVER 440. Predlžovanie prevádzky a jej vplyv na vyraďovanie, môže byť predmetom ďalších variantov vyraďovania v rámci periodickej aktualizácie predbežného koncepčného plánu vyraďovania. Aktualizácia bude vykonávaná na základe požiadavky Vyhlášky ÚJD SR č. 58/2006 Z. z. [2], a zároveň udáva hierarchickú štruktúru dokumentov potrebných pre vyraďovanie a ich periodicitu aktualizácie v nasledujúcich etapách.

V tomto dokumente sa pracuje s predpokladanými dátami ktoré vychádzajú z dokumentácie vyššieho stupňa a radiačné parametre sú extrapolované na základe skúseností z prevádzky obdobných JE. Tieto dáta budú aktualizované v ďalších fázach na základe skúseností z JE MO12, ktorá bude v štádiu vyraďovania.

Predpokladá sa určitá minimálna doba dochladzovania paliva v bazéne skladovania vzhľadom k typu medziskladu VJP uvažovaného v lokalite, ktorým podľa doterajších strategických úvah bude suchý sklad kontajnerového typu.

Ďalším základným vstupným predpokladom je schvaľovanie procesu vyraďovania podľa jednotlivých etáp. Vo variante bezprostredného vyraďovania sa predpokladajú dve etapy vyraďovania a vo variante s odloženým vyraďovaním tri etapy vyraďovania.

Vzájomné relácie medzi blokmi z hľadiska súčasne fungujúcich systémov MO34 a prepojenia na celú elektrárňu po odstavení reaktora 1. v poradí bloku a po odstavení reaktora v poradí 2. bloku nevyvolávajú žiadne ďalšie požiadavky na vybudovanie dodatočných bezpečnostných systémov.

Stav každého reaktora po jeho odstavení, t.j. na začiatku obdobia ukončovania prevádzky je taký, že štiepna reakcia je ukončená a počas tohto obdobia je vyhoreté jadrové palivo postupne transportované do bazéna vyhoreteho jadrového paliva pri reaktore, kde je po určitú dobu dochladzované a potom odtransportované. Navyše, počas obdobia ukončovania prevádzky musia byť všetky prevádzkové rádioaktívne odpady spracované a všetky prevádzkové nerádioaktívne kvapaliny musia byť vydrénávané zo systémov a odstránené z lokality. Akonáhle je posledná palivová kazeta odstránená z budovy reaktora, môže začať obdobie vyradovania, kedy sú systémy vydrénávané a neobsahujú kvapaliny ani prevádzkové rádioaktívne odpady.

Pre prevádzkové a poprevádzkové stavy blokov môžu byť definované nasledujúce obdobia:

1. Obdobie začínajúce bezprostredne po odstavení reaktora v poradí 1. bloku a končiace odstavením reaktora 2. bloku.
2. Obdobie začínajúce odstavením reaktora v poradí 2. bloku a končiace po odstránení poslednej kazety s vyhoretým jadrovým palivom z budovy reaktora a obdržaním povolenia na vyradovanie.
3. Vyradovanie realizované v rámci povolenia na vyradovanie.

Zariadenia v lokalite budú podporovať vyradované bloky dodávkou médií počas všetkých troch vyššie uvedených období podobne ako tomu bolo za prevádzky, pričom budú použité systémy existujúcej infraštruktúry.

Činnosti spojené s vyradovaním môžu vo všeobecnosti vyžadovať výstavbu nového zdroja vykurovacej pary, rozšírenie existujúcej cestnej infraštruktúry a samostatný projekt na zmenu elektrickej siete, nakoľko bloky už viac nebudú produkovať elektrickú energiu. Čo sa týka vody, môže byť využitý existujúci systém, ktorý bude postupne rekonštruovaný počas obdobia vyradovania.

Čo sa týka prepojení medzi blokmi, osobitná pozornosť musí byť venovaná špeciálne prvému obdobiu, nakoľko 2. blok bude stále v prevádzke. Budú musieť byť definované dva nové prevádzkové režimy pre prvé a druhé obdobie rovnako, ako budú musieť byť aktualizované všetky relevantné prevádzkové predpisy tak, aby boli pokryté tieto nové režimy náležitým spôsobom predtým než vlastné režimy budú uvedené do praxe.

15.1.3 Variant bezprostredného vyradovania

Hlavnou črtou variantu je bezprostredná a plynulá demontáž zariadení, demolácia stavebnej časti do stanovenej úrovne a finálna úprava terénu lokality pre neobmedzené použitie.

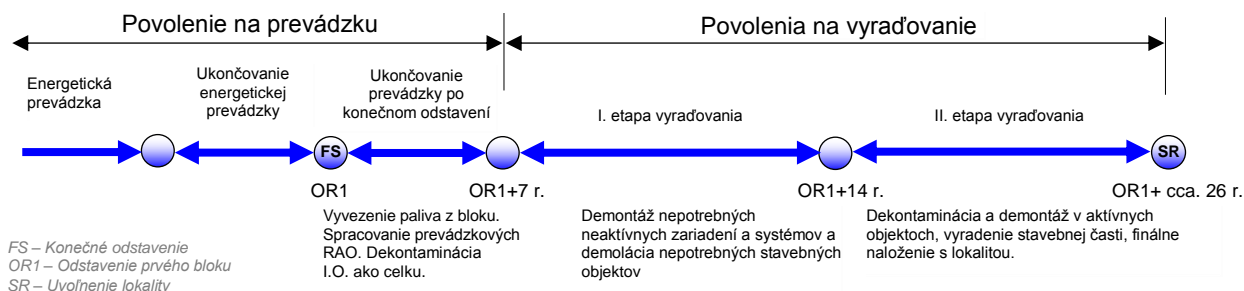
V rámci ukončovania prevádzky sa palivo vyvezie, spracujú sa zostávajúce prevádzkové RAO, vykoná sa dekontaminácia primárneho okruhu ako celku, odstránenie prevádzkových médií, vysušenie a odpojenie systémov, ktoré sa nebudú používať počas vyradovania. Tento stav je východiskovým stavom pre vyradovanie.

V I. etape vyradovania sa demontujú neaktívne technologické systémy a demontujú sa nepotrebné neaktívne objekty.

Základný postup vyradovacích činností v rámci II. etapy vyradovania je nasledovný: dekontaminácia pred demontážou za účelom zlepšenia podmienok pri demontáži a zníženia kategórie odpadov, demontáž technologických zariadení a ich fragmentácia, transport materiálov na spracovanie, dekontaminácia a

radiačná kontrola stavebných povrchov a demolácia stavebnej časti. Vzniknuté pevné a kvapalné RAO, aj nekontaminované odpady sú ďalej spracované a upravené. Po finálnej rádiologickej charakterizácii lokality a úprave terénu bude lokalita po jej uvoľnení spod kontroly k dispozícii pre ďalšie zámery vlastníka lokality (šedá lúka – opätovné využitie lokality pre všeobecné priemyselné použitie z dôvodu existujúcej infraštruktúry v lokalite, čo je v súlade s odporúčaniami MAAE). Postup činností je schematicky znázornený na Obr. 15-1.

Obr. 15-1 Zjednodušená schéma variantu 1



15.1.4 Alternatívne riešenie vyradovania

Alternatívnym variantom vyradovania JE MO34 je

Variant odloženého vyradovania s ochranným uložením hermetickej zóny na dobu 30 rokov.

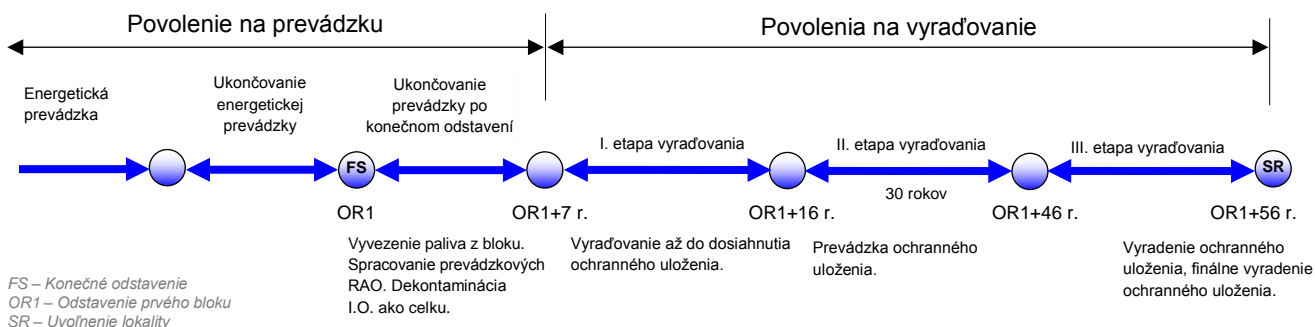
Základnou charakteristikou tohto variantu je ochranné uloženie hermetickej zóny vrátane reaktora v šachte reaktora po dobu 30 rokov.

V rámci ukončovania prevádzky sa realizujú činnosti ako pri variante 1 (viď vyššie). V rámci I. etapy sa demontujú neaktívne technologické systémy a nekontaminované zariadenia a demolujú sa nepotrebné neaktívne objekty. Postupne sa vykonávajú predemontážna dekontaminácia, demontáž technologických zariadení demontáž technologických zariadení a transport materiálov na spracovanie, dekontaminácia a radiačná kontrola stavebných povrchov a demolácia stavebnej časti do rozsahu hermetickej zóny. Vzniknuté pevné a kvapalné RAO aj nekontaminované odpady sú ďalej spracované a upravené. Nasleduje úprava (redukcia, konzervácia) podporných systémov a stavebnej časti za účelom zaistenia stability a bezpečnosti ochranného uloženia. Ochranné uloženie bude spĺňať všetky požiadavky ochrany životného prostredia a radiačnej ochrany.

Počas II. etapy vyradovania zostane hermetická zóna, vrátane šacht reaktorov spolu so zariadeniami v nej, v ochrannom uložení v uzatvorenom objekte a budú sa kontrolovať a udržiavať podporné systémy a stavebné bariéry, ktoré sú zahrnuté do ochranného uloženia. Na konci etapy sa vykoná príprava na finálnu III. etapu vyradovania.

V rámci finálnej III. etapy vyradovania sa vykoná príprava demontáže a demontáž zariadení, ktoré boli predmetom ochranného uloženia hermetickej zóny: reaktory, zariadenia primárneho okruhu a ostatné pomocné zariadenia, vykoná sa dekontaminácia a radiačná kontrola stavebných povrchov a demolácia stavebnej časti. S RAO a nekontaminovanými odpadmi z dekontaminácie, demontáže a demolácie bude naložené ako v I. etape. Po finálnej rádiologickej charakterizácii lokality a úprave terénu bude lokalita pripravená pre ďalšie zámery vlastníka lokality. Podobne ako vo variante bezprostredného vyradovania sa predpokladá prvotná fragmentácia po demontáži. Postup činností je schematicky znázornený na Obr. 15-2.

Obr. 15-2 Zjednodušená schéma variantu 2



15.1.5 Nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi a inventár RAO z vyradovania

15.1.5.1 Inventár RAO z vyradovania JE MO34

Pri charakterizácii druhov odpadov z vyradovania sa vychádza zo stavu JE na konci fázy ukončovania prevádzky po konečnom odstavení reaktora podľa Obr. 15-1 a Obr. 15-2, kedy je všetko VJP vyvezené z bazénu skladovania vyhoreteho paliva a všetky kvapalné a tuhé prevádzkové odpady sú spracované. VJP a prevádzkové odpady nie sú predmetom vyradovania JE.

Celkový inventár hlavných druhov RAO z vyradovania JE MO34 ako výsledok výpočtu v kóde OMEGA je uvedený v Tab. 15-1.

Tab. 15-1 Inventár RAO z vyradovania JE MO34

Materiál (množstvo, resp. aktivita)	Rozmer	Variant ZL	Variant OU
C-ocel' uvoľnená do ŽP	[kg]	74 523 543	74 880 479
<i>C-ocel' uvoľnená do ŽP zo zariadení v KP</i>	<i>[kg]</i>	<i>9 272 253</i>	<i>9 629 189</i>
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
<i>C-ocel' uvoľnená do ŽP zo zariadení mimo KP</i>	<i>[kg]</i>	<i>21 690 865</i>	<i>21 690 865</i>
<i>Stavebná C-ocel' uvoľnená do ŽP (vrátane ocele zo železobetónov)</i>	<i>[kg]</i>	<i>43 560 425</i>	<i>43 560 425</i>
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
<i>N-ocel' uvoľnená do ŽP zo zariadení v KP</i>	<i>[kg]</i>	<i>4 308 229</i>	<i>5 527 455</i>
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
N-ocel' uvoľnená do ŽP po podemontážnej dekontaminácii a pretavbe	[kg]	0	0
<i>N-ocel' uvoľnená do ŽP zo zariadení mimo KP</i>	<i>[kg]</i>	<i>194 000</i>	<i>194 000</i>
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

Materiál (množstvo, resp. aktivita)	Rozmer	Variant ZL	Variant OU
Nekovové materiály uvoľnené do ŽP	[kg]	348 523 412	349 328 412
<i>Nekovové materiály určené na komunálnu skládku</i>	<i>[kg]</i>	<i>29 513 592</i>	<i>29 713 592</i>
<i>Nekovové materiály určené na špeciálnu skládku (azbest)</i>	<i>[kg]</i>	<i>122 224</i>	<i>122 224</i>
<i>Nekovové materiály určené na zásyp v lokalite</i>	<i>[kg]</i>	<i>318 887 596</i>	<i>319 492 596</i>
Nekovové materiály uložené do RÚ	[kg]	1 910 000	1 105 000
Nekovové materiály uložené do HÚ	[kg]	0	0
Kvapalné RAO	[m³]	17 104	28 541
<i>Kontaminované vody okrem koncentrátov a špeciálnych KRAO</i>	<i>[m³]</i>	<i>16 861</i>	<i>28 142</i>
<i>Koncentráty zo zahustenia na odparke</i>	<i>[m³]</i>	<i>236</i>	<i>385</i>
<i>Ionexy nízkoaktívne a stredneaktívne</i>	<i>[m³]</i>	<i>8</i>	<i>13</i>
Množstvo kvapalných výpustí	[m³]	30 594	24 464
Aktivita kvapalných výpustí	[Bq]	3 902 866	5 076 434
Aktivita plyných výpustí	[Bq]	1 197 022	94 863
Počet VBK uložených v RÚ	[ks]	2 179	1 629
Počet kontajnerov (VBK) uložených v HÚ	[ks]	42	42

Celkový počet VBK pre variant ZL je možné optimalizovať v ďalších aktualizáciách dokumentu využitím dlhodobého skladovania ingotov z pretavby (desiatky rokov). Z hľadiska množstva upravených odpadov sa tým dosiahne podobný efekt ako pri odložení vyradení. Skladovanie by sa mohlo realizovať v lokalitách, ktoré budú pod dozorom aj po vyradení JE MO34. Uvedený postup je aplikovateľný pre ingoty, u ktorých aktivita počas dlhodobého skladovania poklesne pod hodnotu pre nepodmienené uvoľnenie materiálov do ŽP.

Ak by sa v scenároch pre nakladanie s kovovými materiálmi neuvažovalo s aplikáciou pretavby, bolo by nevyhnutné spracovať ich vysokotlakovým lisovaním alebo úpravou priamo v sudoch, s následnou úpravou do VBK. Dôsledkom toho by prišlo k zvýšeniu počtu VBK ukladaných v RÚ RAO v prípade oboch variantov - ZL aj OU (aj s uvažovaním potreby spracovať vznikajúcu trosku z procesu pretavby).

Scenáre nakladania s RAO sú zostavené podľa druhu RAO, na základe súčasnej infraštruktúry nakladania s RAO 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) a je potrebné brať na zreteľ nebezpečné odpady, najmä azbest. Týmto odpadom musí byť venovaná osobitná pozornosť pri ich likvidácii tak, aby boli splnené požiadavky na ochranu životného prostredia.

15.1.5.2 Pevné RAO

Pevné RAO sú tvorené najmä primárnymi odpadmi z vyradenia. Sú to materiály z demontáže technologických zariadení (potrubia, armatúry, čerpadlá, motory, tepelné izolácie, káble, atď.) ako aj stavebných konštrukcií (betóny, železobetóny, murivo, omietky, prefabrikáty, atď.). Ďalej sú to sekundárne materiály vznikajúce počas vyradenia (ochranné oblečenie, ochranné pomôcky, ochranné fólie, rôzne textílie, vzduchotechnické filtre, použité demontážne nástroje a pomôcky). Vo všeobecnosti ich možno rozdeliť na:

- kovové RAO: uhlíková oceľ, nehrdzavejúca oceľ, farebné kovy (meď, hliník),

– nekovové RAO: spáliteľné (textílie a iné horľavé materiály), lisovateľné (tepelné izolácie, izolácie káblov, polyvinylchlorid, guma, drobná stavebná sutina, drevo), nelisovateľné (vhodné len na cementáciu do sudov a následne do kontajnerov VBK, pretože ich nie je možné spracovať lisovacím zariadením).

Spracovanie kovových RAO

Spracovanie a úprava kovových RAO z vyradovania MO34 bude na základe aktivity demontovaných materiálov. V závislosti od úrovne kontaminácie sú fragmentované a dekontaminované kovové materiály uvoľnené do životného prostredia alebo postupujú na pretavbu a následne sú uvoľnené do ŽP. Predpokladá sa, že pred spracovaním kovových RAO budú schválené aj ďalšie balené formy pre VBK.

Scenár predpokladá použitie pretavovacej linky, ktorá nateraz nie je k dispozícii. Scenár nakladania s kovovými RAO je však aplikovateľný aj bez pretavovacej linky. Otvorenou je aj otázka kontajnera pre hlbinné ukladanie RAO z vyradovania. Podľa súčasných predstáv bude táto úloha vyriešená v rámci projektov vyradovania, ktoré budú predchádzať vyradovaniu JE MO34.

Spracovanie nekovových RAO

Nekovové RAO sa po demontáži triedia na 5 skupín materiálov [20] :

- materiály uvoľniteľné do ŽP,
- spáliteľné,
- nízkotlakovo lisovateľné,
- vysokotlakovo lisovateľné,
- ostatné RAO.

Zo scenára spracovania vyplýva, že v prípade nesplnenia limitov pre uvoľnenie nekovových materiálov do ŽP sa produkty spracovania takýchto RAO ukladajú na úložisko.

15.1.5.3 Kvapalné RAO

Kvapalné RAO sú tvorené výlučne sekundárnymi odpadmi. Sú to najmä rôzne použité dekontaminačné roztoky po predemontážnych dekontamináciách, podemontážnych dekontamináciách, dekontamináciách stavebných povrchov, ďalej kondenzáty a pracie vody z technologických liniek na spracovanie odpadov, ako aj voda z hygienických slučiek.

Kvapalné RAO (KRAO) je možné monitorovaním roztriediť podľa aktivity na 3 skupiny [20]:

1. Kvapalné odpady, ktoré je možné vypustiť do životného prostredia.
2. KRAO postupujúce na proces odparovania.
3. KRAO postupujúce na čistenie na ionexových filtroch pred ich ďalším spracovaním.

Kvapalné odpady prvej skupiny sú do ŽP vypúšťané po monitorovaní priamo, alebo po dočistení na ionexových filtroch.

Po zahutnení druhej skupiny KRAO na odparke vznikajú koncentráty, ktoré sa ďalej spracovávajú na bitumenačnej linke alebo sa využívajú ako aktívna zálievka pri cementácii do VBK. Kondenzáty sú podľa potreby dočistené na ionexoch a po monitorovaní vypúšťané do ŽP.

Posledná skupina KRAO, ktorá nespĺňa vstupné aktivitné limity na odparovacie zariadenie (s veľkou pravdepodobnosťou pôjde len o niektoré KRAO predovšetkým z dekontaminácie primárneho okruhu), sa dočistí na ionexových filtroch tak, aby sa znížila ich aktivita a mohli byť zahutnené na odparke a následne ďalej spracované.

Z čistenia kvapalných médií v JE, resp. pri ich spracovaní na odparovacom a bitumenačnom zariadení vznikajú vysýtené ionexové filtre ako sekundárne RAO, ktoré sa bežne budú spracovávať bitumenáciou a následne po cementácii do VBK sa budú ukladať na úložisko v Mochovciach. Iba v prípade vyšších aktivít sa ionexové filtre solidifikujú do vitrifikátu. Je to fixácia ionexov do sklenenej matrice. V súčasnosti sa používa vitrifikácia ionexových filtrov pri technológii spracovania chrompiku na vitrifikačnej linke v JE A1 Jaslovské Bohunice. Vitrifikačné patróny sa skladujú v špeciálnom sklade a sú určené pre ukladanie. Tento druh odpadov sa s vysokou pravdepodobnosťou nebude vyskytovať v prípade, ak MO34 ukončí prevádzku štandardným spôsobom. Tento spôsob nakladania s KRAO je uvádzaný iba preto, aby bolo dokladované, že jestvujúce technológie nakladania s RAO sú spôsobilé spracovať aj takýto druh KRAO.

15.1.5.4 Zmiešané odpady obsahujúce rádionuklidy a iný nebezpečný materiál

V procese vyradovania JZ môže prísť ku vzniku zmiešaných kontaminovaných, nekontaminovaných a nebezpečných materiálov. Typickým príkladom takejto situácie je oblasť nakladania so zeminami, ktoré môžu byť tvorené historicky vyťaženými zeminami z miest s lokálnou kontamináciou v lokalite. Tieto zeminy bývajú vybraté a skladované v miestach, ktoré sú v dobe ich odťaženia k dispozícii. Neskôr k zeminám môžu pribudnúť rôzne odpady stavebného charakteru z čiastočného vyradovania objektov JZ. Väčšinou ide o zmes kontaminovaných a nekontaminovaných zemín, betónov, azbestových materiálov z konštrukčných celkov a iný materiál, väčšinou charakteru stavebných materiálov. Pri finálnom vyradovaní JZ je potrebné uvedenú zmes odpadov vytriediť, podrobiť rádiologickej kontrole a naložiť podľa zistenej kategórie, resp. uvoľniť do ŽP. Triedenie zmiešaných odpadov je vykonávané na základe merania príkonu dávok na dopravníkovom páse, pričom sa tok materiálu rozvetví do nižšie popísaných vetiev. Samotná operácia je časovo pomerne náročná, pretože zeminy sa budú odoberať po malých množstvách a plniť do oceľových sudov. Po vytriedení každej odťaženej dávky zeminy, jej prípadnej úprave a rádiologickým zmonitorovaním bude rozhodnuté o jej ďalšom naložení.

Na základe aktivitného toku je zemina roztriedená na:

- zeminu a iné odpady uvoľniteľné do ŽP bez obmedzenia,
- zeminu a iné odpady uložitelné v úložisku,
- zeminu a iné odpady neuložitelné do úložiska.

15.1.6 Plánovanie vyradovacieho procesu a požiadavky na kontrolu a archiváciu

Organizačná štruktúra projektu vyradovania bude využívať čiastočne alebo úplne niektoré zložky organizačnej štruktúry z prevádzky. Pôjde predovšetkým o projektové zložky ako manažment, BOZP, PO, výroba, QA, administratíva. V organizačnom priadku bude nutné definovať zodpovednosti, povinnosti a právomoci týchto organizačných zložiek.

Počas vyradovania sa bude vo veľkej miere uplatňovať projektové riadenie, kde budú jasne zadefinované zodpovednosti a právomoci jednotlivých projektov. Bude spracovaný popis hierarchie projektov v porovnaní s funkčnou organizáciou riadenia používanou počas prevádzky.

V rámci organizačných štruktúr jednotlivých účastníkov vyradovania bude definovaná nezávislosť zložiek zodpovedných za kontrolu vykonávaných činností. Nezávislosť a dostatočná právomoc organizačných zložiek zodpovedných za zaisťovanie a kontrolu dodržiavania harmonogramu projektu a kvality bude daná organizačným zaradením týchto zložiek, spravidla priamo pod vedúceho organizácie, a definovaním ich právomocí a zodpovedností.

Pre vykonávanie kontroly technického stavu systémov a vykonávania údržby budú vypracované ročné plány, ktoré sú zamerané na odhaľovanie závad alebo nebezpečných prevádzkových stavov potenciálne ústiach do závad. Pre zariadenia, ktoré zostanú v prevádzke aj v čase vyradovania, bude potrebné tieto plány aktualizovať. V prevádzkových predpisoch bude popísané, ako sa poruchy prejavujú, možnosť ich identifikácie, určenie príčin poruchy a spôsob ich odstránenia. V [20] je uvedený zoznam systémov, spôsob výkonu kontrol, a to podľa jednotlivých skupín systémov potrebných počas etáp vyradovania pre oba uvažované varianty.

Osobitným prípadom bude kontrola a údržba stavebných objektov, ktorá je zameraná na kontrolu bariér, t.j. zisťovanie aktuálneho stavu na základe ktorého sa plánuje korektívna údržba.

Dôležitým pracovníkom v procese plánovania údržby technologickej a stavebnej časti bude správca objektu, resp. správca zariadenia. Z personálu, ktorý je potrebný na vykonávanie údržbárskych činností, sú to pracovníci oddelení vyššie uvedeného útvaru údržby.

15.1.7 Vedenie a archivácia dokumentácie

Procesy, ktoré ovplyvňujú kvalitu a radiačnú ochranu môžu byť vykonávané len na základe vopred spracovaných a schválených písomných dokumentov - problematika je podrobnejšie popísaná v [20]. Príprava, posudzovanie, schvaľovanie a vydávanie dokumentov, ktoré sú dôležité pre výkon vyradovacích činností, ako sú inštrukcie, postupy a výkresy, musí podliehať dozoru. Tieto dokumenty budú súčasťou dokumentácie o zabezpečení kvality, a musia obsahovať najmä postup a metodiku vykonania danej činnosti, spôsob overenia kvality a kritéria prijateľnosti výsledku danej činnosti. Personál, ktorý dokumenty pripravuje, reviduje, posudzuje alebo schvaľuje, musí byť kompetentný a musí mať prístup k príslušným informáciám, na základe ktorých dokumenty pripraví, posúdi alebo schváli. Musí byť vytvorený systém vydávania a distribúcie dokumentov podľa rozdeľovníkov, ktoré budú v prípade potreby aktualizované.

Prevádzkovateľ, stavebník, resp. ich dodávateľia musia mať spracované predpisy pre archiváciu dokumentácie a určeného pracovníka zodpovedného za archiváciu. Musí byť stanovený spôsob ochrany dokumentácie kvality pred jej neoprávneným použitím, poškodením alebo stratou.

Organizácie, ktoré zabezpečujú spracovanie dokumentácie budú povinné vypracovať postupy pre vykonávanie zmien tejto dokumentácie. Zmeny dokumentácie technického charakteru musia byť prekontrolované a schválené rovnakým postupom a rovnakými organizáciami /útvarmi/ a orgánmi, ako pôvodná dokumentácia.

Dodávateľia budú povinní archivovať dokumentáciu po ukončení dodávky, potom ju ponúknu prevádzkovateľovi.

Záznamy o kvalite musia predstavovať objektívny dôkaz o dosiahnutej kvalite vyradovania. Sú to doklady o vykonaní činností, ktoré ovplyvňujú kvalitu, o vlastnostiach materiálov, zariadení a o výsledkoch činností, ktoré boli vykonané za účelom vyhodnotenia ich stavu a zistenia ich kvality. Patria sem aj iné, bezprostredne súvisiace údaje, napr. prevádzkové denníky, údaje o spôsobilosti personálu, postupov a objektov, záznamy o vykonávaných prácach. Záznamy dokladujúce súlad daného zariadenia so stanovenými požiadavkami majú byť uložené v príslušnej dokumentácii predmetného zariadenia.

15.1.8 Riadenie organizačných zmien vrátane zabezpečenia kvality a udržania vedomostí

Dokumentácia projektu vyradovania zahŕňa programy, ktoré obsahujú špecifické požiadavky na zabezpečenie kvality pri vyradovaní jadrového zariadenia. Programy zabezpečovania kvality zabezpečujú riešenie požiadaviek ÚJD SR podľa vyhlášky č. 431/2011 Z.z. [21], v ktorých je obsiahnutý súhrn a postup

činností, spôsob riadenia dokumentácie a záznamov vrátane ich overovania, aktualizácie a značenia. Spôsob organizačného a technického zabezpečenia činností a procesov vrátane vymedzenia právomocí, zodpovedností a požiadaviek na kvalifikáciu zamestnancov vykonávajúcich tieto činnosti, je podrobnejšie popísaný v [20].

V jednotlivých programoch zabezpečovania kvality vyšších dodávateľov budú stanovené postupy na zaistenie výberu a prípravy pracovníkov pre činnosti ovplyvňujúce kvalitu. Pre tieto kategórie pracovníkov sú stanovené požiadavky na odborné vedomosti a praktické skúsenosti, ktoré musia spĺňať. Organizácie musia mať vedené a udržiavané záznamy o kvalifikácii pracovníkov a spracované postupy pre prípravu a výcvik pracovníkov.

Investor vykonáva v priebehu vyradovania náhodnú nezávislú kontrolu zariadenia a činností dôležitých zariadení, aj činností podľa plánu kontrol alebo kontrolných listov a zúčastňuje sa kontrol dodávateľov v plnom rozsahu. Dokumentácia pre vykonanie kontrol obsahuje súpis (zoznam) kontrol vrátane ich zaradenia v procese, metodiku vykonávania kontrol, požiadavky na prostredie a skúšobné zariadenie a kritéria pre vyhodnotenie výsledku kontroly [36] - [38].

Kontroly budú vykonávať len pracovníci, ktorí majú ku kontrolným činnostiam príslušnú kvalifikáciu a ktorí boli pre tieto činnosti organizáciou určení. Kvalifikácia a oprávnenie pracovníkov kontroly bude vyžadovaná v preukázateľnej forme (všetky osvedčenia a oprávnenia okrem výsledkov odborných kurzov a školení budú požadované v písomnej forme). Personál vykonávajúci kontroly nie je na vykonávaných činnostiach alebo na osobách, ktorých činnosť je kontrolovaná, závislý.

V projektovom riadení sú definované zásady pre riadenie zmien, t.j. zmien technických noriem, technických podmienok a programov zabezpečovania kvality.

V procese vyradovania budú vykonávať vnútorné kontroly nezávislí pracovníci realizátora a dodávateľov v rozsahu stanovenom v príslušných programoch zabezpečovania kvality [36].

Vonkajšie nezávislé kontroly budú vykonávať nezávislí pracovníci odberateľov a investora u svojich dodávateľov, v rozsahu stanovenom v príslušných programoch zabezpečovania kvality, alebo náhodnými kontrolami pri demontážnych činnostiach [38].

Okrem uvedených vnútorných a vonkajších kontrol budú podliehať činnosti ovplyvňujúce kvalitu Vybraných zariadení nezávislému štátnemu a štátnemu odbornému dozoru, ktorého výsledkom budú stanoviská a rozhodnutia záväzné pre všetkých účastníkov vyradovania JZ [21].

Pre proces návrhu, prerokovania a schvaľovania zmien na súbore činností pri vyradovaní JE MO34 a pravidiel zmeny projektu budú súčasťou dvojstranných zmlúv medzi realizátorom a dodávateľmi. Každý účastník vyradovania je povinný riadiť sa podľa jeho zmluvných ustanovení. Pre zapracovanie zmien do dokumentácie skutočného vykonania bude mať realizátor vypracovaný predpis.

Na dokumentáciu systému kvality sa vzťahujú požiadavky ustanovené v prílohe č. 2 vyhlášky ÚJD SR č. 431/2011 Z.z. [21], tak ako aj Slovenské technické normy [32]-[35] a ďalšie požiadavky ustanovené v Atómovom zákone [12] ako aj príslušných vyhláškach ÚJD SR, [21]-[31], [2].

Zabezpečenie systému manažérstva kvality v jednotlivých etapách vyradovania bude popísané a aplikované na základe samostatného dokumentu Etapový program zabezpečovania kvality pre danú etapu vyradovania.

15.2 Zásady bezpečnosti v etape vyrad'ovania

15.2.1 Princípy bezpečnosti

Bezpečnosť personálu, verejnosti a ochrana životného prostredia sú nevyhnutnými požiadavkami pre celý proces vyrad'ovania. Ide predovšetkým o radiačnú ochranu, ale takisto aj o priemyselnú a protipožiarnu bezpečnosť. Bezpečnosť bude zaručená realizáciou príslušných opatrení, ktoré majú za cieľ zabrániť vzniku havarijných situácií a majú minimalizovať následky takýchto situácií.

Opatrenia na zaistenie bezpečnosti sa budú zavádzať systematicky podľa požiadaviek legislatívy a v súlade s meniacimi sa bezpečnostnými požiadavkami počas procesu vyrad'ovania. V tejto kapitole sú uvažované len zásady bezpečnosti. Bezpečnostné princípy počas vyrad'ovania založené na analýze všetkých rizík, ktoré môžu vzniknúť pri vyrad'ovaní z prevádzky, sú podrobne popísané v [20].

15.2.1.1 Realizácia princípu ALARA pre rôzne činnosti počas vyrad'ovania

Použitie princípu ALARA by malo zaistiť realizáciu akýchkoľvek rozumných opatrení na zníženie radiačnej záťaže, pričom prínos z takéhoto zníženia by mal byť ekonomicky opodstatnený. V prakticky všetkých situáciách je možné dosiahnuť zníženie dávky rôznymi opatreniami, ale niekedy sa jedná o nákladnejšie postupy. Jedno z hlavných opatrení na zníženie úväzku dávky je dekontaminácia. V tomto význame je úloha na použitie princípu ALARA aj nájdenie rozumného kompromisu medzi dekontamináciou a ďalšími nižšie spomenutými opatreniami. Hlavné opatrenia na zníženie individuálnej efektívnej dávky prijaté počas vyrad'ovania sa zameriavajú na:

- obmedzenie času expozície,
- ochranu tienením,
- zaistenie odstupu od zdrojov ožiarenia,
- monitorovanie radiačnej situácie,
- lokalizovanie kontaminácie.

Pre prevádzku zostávajúcich systémov, ochranu personálu a životného prostredia pred neočakávanou expozíciou žiarenia a pre manipuláciu s rádioaktívnymi materiálmi sa budú počas vyrad'ovania používať nasledovné základné princípy:

- Operatívne programy vyrad'ovacích prác a príslušné prevádzkové predpisy sa pripraví na schválenie a budú schválené v dostatočnom predstihu pred ich realizáciou.
- Všetky procesy a činnosti budú naplánované a vykonávané takým spôsobom, aby sa zabránilo nie nutnej expozícii a kontaminácii personálu a životného prostredia, a aby sa znížila predpokladaná expozícia a kontaminácia personálu a životného prostredia na úrovne výrazne pod stanovené limity.
- Zapojenie pracovníkov do špeciálnych prác a trvanie prác sa budú plánovať a kontrolovať na základe obdržanej dávky tak, aby nebola v danom kalendárnom roku pracovníkom prekročená dávka stanovená legislatívou [43]. Organizačná príprava a technická realizácia prác budú vychádzať z rešpektovania dávkových limitov pre profesionálny personál a ich čo najväčšej možnej minimalizácie.
- Radiačná kontrola bude vychádzať z jednoznačného oddelenia priestorov s obmedzeným prístupom, kontrolovaných priestorov, monitorovaných priestorov a priestorov lokality.
- Vyhodnotenie rádiologickej situácie v lokalite bude vychádzať z historických údajov a aktuálnych meraní.
- Všetky práce v kontrolovanom pásme sa budú realizovať na základe písomných povolení od služby radiačnej kontroly, berúc pritom do úvahy rádiologickú situáciu a použité technologické postupy.

- Pracovníci a pracoviská budú vybavené ochrannými prostriedkami prislúchajúcimi danej rádiologickej situácii (riziko vonkajšej a vnútornej expozície).
- Pracovníci vykonávajúci práce v rádioaktívnych priestoroch alebo s rádioaktívnymi materiálmi budú vycvičení na práce v príslušnom prostredí.
- Pracovné priestory, kde sa manipuluje s rádioaktívnymi materiálmi, budú ohraničené a radiačne kontrolované.
- Špecifikovať sa budú miesta na kontrolu, triedenie a dočasné skladovanie rádioaktívnych materiálov ako aj prepravné trasy z kontrolovaných pásiem.
- Pre optimalizáciu nakladania s materiálmi sa budú využívať medzioperačné skladovacie priestory s vyhovujúcimi zariadeniami na ďalšie nakladanie s nimi.
- S rádioaktívnymi materiálmi sa bude nakladať tak, aby boli v súlade s kritériami prijateľnosti pre uvoľnenie do ŽP a/alebo ich uloženie.
- Zaistený bude riadený odvoz materiálov a odpadov.
- Zaistí sa usmernená ventilácia v kontrolovanom pásme smerom k viac kontaminovaným miestnostiam, aby sa zabránilo šíreniu rádioaktivity. Zabezpečí sa vypúšťanie kontrolovaného a filtrovaného vzduchu cez ventilačný komín pre prípad, keď existujúci systém nebude môcť byť použitý.
- Používať sa budú mobilné ventilačné systémy s aerosólovými filtrami v priestoroch s očakávanou vyššou koncentráciou aerosólov pre prípad, kedy nebude možné použiť existujúci systém.
- Zostávajúca prevádzka blokov sa bude realizovať prednostne s existujúcimi zariadeniami a systémami. Počet a rozsah prevádzkyschopných systémov sa bude postupne znižovať. Prioritne sa znefunkčnia a demontujú systémy s vyššou náchylnosťou na poruchy (podporné a pomocné systémy).
- Požadované rozšírenia a výmeny sa budú v princípe realizovať pomocou mobilných a viacúčelových systémov. Iba vo výnimočných prípadoch sa použijú nové stacionárne systémy.
- Počas celého procesu vyradovania sa bude zabezpečovať protipožiarna a priemyselná bezpečnosť.
- Prevencia nehôd a havárií sa bude realizovať v súlade s príslušnými pravidlami založenými na určovaní rizík.

15.2.1.2 Radiačná ochrana a bezpečnosť

Program radiačnej ochrany musí zabezpečiť optimalizáciu radiačnej ochrany a udržanie dávok v rámci príslušných limitov. Hoci princípy a ciele radiačnej ochrany počas energetickej prevádzky a počas vyradovania sú v podstate tie isté, metódy a postupy realizácie radiačnej ochrany môžu byť rozdielne. Počas vyradovania sa musí uvažovať o špeciálnych situáciách, ktoré si vyžadujú použitie špecializovaných zariadení a určitých nerutinných postupov v porovnaní s energetickou prevádzkou. Výskyt takýchto špeciálnych situácií sa očakáva pri prácach počas vyradovania, ktoré sa líšia od prác vykonávaných počas energetickej prevádzky.

Hlavné body programu radiačnej ochrany sú:

Zodpovednosti:

- Určenie pracovníkov zodpovedných za radiačnú ochranu a definovanie ich osobnej zodpovednosti v súlade s ich pracovným zaradením a právomocami.

- Vypracovanie, uvedenie do praxe a kontrola používania potrebných opatrení a postupov týkajúcich sa radiačnej ochrany určenými pracovníkmi zodpovednými za radiačnú ochranu.
- Vypracovanie prevádzkových predpisov berúcich do úvahy nové podmienky vo vyradených objektoch z pohľadu radiačnej ochrany.

Organizácia:

- Definovanie priestorov radiačnej ochrany.
- Kontrola žiarenia v týchto priestoroch.
- Kontrola dávkových úväzkov personálu.
- Sledovanie kvapalných a plyných výpustí do životného prostredia.
- Kontrola nakladania s RA materiálmi a ich skladovania.
- Zabezpečenie kontroly personálu pred vstupom a opustením kontrolovaného pásma.
- Používanie povolení na realizáciu prác v kontrolovanom pásme.
- Regulovanie pohybu personálu v kontrolovanom pásme.
- Preverenie zdravotného stavu a technickej spôsobilosti všetkých pracovníkov vstupujúcich do kontrolovaného pásma.
- Vedenie záznamov o osobách vstupujúcich do kontrolovaného pásma a o ich dávkach.
- Výcvik všetkých pracovníkov vstupujúcich do kontrolovaného pásma o bezpečnostných opatreniach vzťahujúcich sa na ich plánované činnosti a o možných neplánovaných udalostiach.
- Kontrolovanie materiálu vstupujúceho a odchádzajúceho z kontrolovaného pásma.

Opatrenia:

- Jasné vyznačenie hraníc pracovísk v kontrolovanom pásme.
- Zabezpečenie potrebných prístrojov pre monitorovanie radiačnej situácie a dozimetrické kontroly.
- Ak je to potrebné, zabezpečenie lokálneho kontajntentu buď pomocou dočasných bariér, stanov alebo presúvateľných sanitárnych vzduchových uzáverov.
- Ak je to potrebné, zaobstaranie lokálnych odsávačov s účinným filtračným systémom keď nie je možné použiť existujúci systém.
- Zaobstaranie potrebných ochranných pracovných pomôcok, oblekov, rukavíc, respirátorov.
- Zabezpečenie vhodných pracovných nástrojov a príslušenstva slúžiacich na zníženie dávok profesionálnych pracovníkov.
- Zabezpečenie mobilného tienenia pre práce v priestoroch, kde sú prítomné významné zdroje žiarenia.
- Zabezpečenie dekontaminačných činností a ďalších opatrení na minimalizovanie rozptýlenia aktivity.
- Presné vedenie záznamov o demontovaných materiáloch, ich označovanie v súlade s ďalším využitím alebo uložením a fyzická ochrana voči neoprávnenej manipulácii alebo krádeži.
- Zabezpečenie zariadení pre nakladanie s rádioaktívnym odpadom.
- Zabezpečenie vhodných hygienických podmienok pre personál.
- Systematické hodnotenie účinnosti bezpečnostných opatrení a okamžitá náprava zistených chýb.

Zaistenie radiačnej ochrany personálu počas vyradovania JE MO34 a hodnotenie očakávaných dôsledkov procesu vyradovania na personál a životné prostredie vychádza z dodržiavania nasledovných princípov:

1. Dôsledné dodržiavanie princípu ALARA.
2. Maximálne využitie existujúcich systémov radiačnej kontroly.
3. Je stanovená priemerná ročná individuálna dávka pracovníkov v súlade s platnou legislatívou [43].
4. Realizovať sa budú nasledovné postupy, aby sa dodržalo určené maximálne dávkové zaťaženie personálu:
 - a) Bude použitý limit ožiarenia za smenu a tento bude prísne monitorovaný použitím elektronických dozimetrov podľa bežných prevádzkových postupov.
 - b) V priestoroch, kde sú očakávané priemerné príkony efektívnych dávok nad stanovený limit, sa nepredpokladá pobyt pracovníkov. Všetky potrebné pracovné činnosti sa musia vykonávať pomocou diaľkovo ovládaných manipulátorov okrem výnimočných prípadov, ako je osadenie manipulátorov alebo odstránenie havarijných stavov. V prípade nevyhnutného vstupu personálu do priestorov, tento musí byť vopred naplánovaný podľa ALARA procedúry (vrátane neprekročenia denného limitu, ktorého hodnota vychádza z modelovania analytického výpočtu).
5. Počas všetkých činností s aktívnymi zariadeniami alebo rádioaktívnymi médiami sa musia dodržiavať všetky predpisy pre prácu v kontrolovanom pásme.
6. Pre uvoľnenie kvapalných a plyných výpustí do životného prostredia sa budú vzťahovať rovnaké limity, ako sú používané počas energetickej prevádzky.
7. Radiačné zaťaženie pracovníkov sa určí na základe:
 - a) Príkony dávok v mieste vykonávania prác (výpočet hodnôt kontaminácie zariadení, merania alebo celkový odborný odhad).
 - b) Očakávaného času pobytu (trvanie činnosti).
8. Hodnoty aktivity plyných výpustí sa určujú na základe:
 - a) predpokladanej činnosti na daných pracoviskách,
 - b) očakávanej hodnoty kontaminácie zariadení (pre ktoré sa uvažuje daná činnosť),
 - c) očakávaného uvoľnenia rádioaktívnych produktov počas uvažovanej činnosti,
 - d) funkcie (účinnosti) vzduchotechniky.
9. Hodnoty kvapalných výpustí vychádzajú z aktivity a objemov kvapalných RA odpadov spracovávaných v danom časovom období a na účinnosti (dekontaminačnom faktore) použitého systému čistenia vody.

Predpokladá sa, že povolený čas pre pobyt personálu v kontrolovanom pásme je nižší ako 8 hodín pracovného času jednej zmeny.

Radiačné parametre ktoré majú vplyv na výber optimálneho variantu vyradovania sú uvedené v bodoch 7, 8 a 9, pričom sa jedná konkrétne o nasledujúce parametre: celkové ožiarenie personálu - kolektívna efektívna dávka (KED) počas realizácie činností vyradovania, priemerné ročné aktivity plyných výpustí a priemerné ročné aktivity kvapalných výpustí.

15.2.1.3 Systémy radiačnej kontroly a ochrany pre rôzne činnosti počas vyradovania

Koncepcia radiačnej kontroly počas vyradovania JE MO34 bude vychádzať zo systému radiačnej kontroly využívaného počas energetickej prevádzky JE MO34 - problematika je podrobnejšie popísaná v [20]. Predmet a rozsah radiačnej kontroly bude modifikovaný a prispôbený postupu vyradovania a zodpovedajúcim činnostiam.

Existujúci systém radiačnej kontroly zahŕňa:

- Systém radiačnej kontroly v rámci lokality elektrárne s:
 - radiačnou kontrolou pracovísk,
 - radiačnou kontrolou technologických systémov (vrátane výpustí a vypúšťania vzduchu),
 - osobnou dozimetriou.
- Radiačnú kontrolu životného prostredia v blízkosti JE MO34.

Navrhuje sa rozdeliť lokalitu JE MO34 do nasledovných pásiem radiačnej ochrany (od priestorov s vysokými príkonmi dávok po priestory s nízkymi príkonmi dávok):

- pásmo s obmedzeným prístupom,
- kontrolované pásmo,
- monitorované pásmo a
- oblasť lokality elektrárne.

Takéto rozdelenie by mohlo byť v spojení s klasifikáciou miestností použité na plánovanie opatrení radiačnej ochrany počas vyradovania.

Pre účely vyradovania bude vytvorený nový monitorovací systém pre radiačnú kontrolu demontovaných materiálov. Na základe frekvencie a charakteristík merania možno rozdeliť systém radiačnej kontroly na kontinuálny a periodický.

Vo všeobecnosti sa kontrola uskutočňuje pomocou:

- centralizovaného systému diaľkových senzorov,
- systému diaľkových senzorov jednotlivých stacionárnych prístrojov,
- systému miestnych stacionárnych prístrojov,
- systému mobilných prístrojov,
- systému prístrojov na analyzovanie materiálov (napr. vzoriek, filtrov) v laboratóriách.

Výsledky meraní sa použijú počas plánovania, prípravy a implementácie činností na zaistenie radiačnej ochrany príslušného zainteresovaného personálu.

15.2.2 Bezpečnostné rozbory

Počas priebehu činností vyradovania je potrebné z organizačného a technického hľadiska zabezpečiť, aby bol výkon činností vyradovania bezpečný pre pracovníkov ako aj pre obyvateľstvo. Znamená to, že počas vyradovania musia byť dodržiavané základné princípy pre ochranu pred radiačným žiarením:

- uplatňovanie princípu ALARA – to znamená zabezpečiť, aby počet ožiarených osôb, úroveň a pravdepodobnosť ich ožiarenia boli trvalo udržiavané tak nízko, ako je možné racionálne dosiahnuť pri zvážení ekonomických a spoločenských hľadísk,
- limitovanie ožiarenia - každý, kto vykonáva činnosti vedúce k ožiareniu, je povinný obmedzovať ožiarenie tak, aby ožiarenie osôb zo všetkých vykonávaných činností neprekročilo limity ožiarenia.

Z tohto dôvodu je potrebné zabezpečiť aby neprišlo k prekročeniu limitov ožiarenia obyvateľstva ako aj pracovného personálu, a zároveň aby sa toto ožiarenie minimalizovalo. Popri radiačnej ochrane nesmie pri bežnej prevádzke prísť ani k ohrozeniu zdravia personálu z pohľadu klasickej priemyselnej bezpečnosti.

Z hľadiska výkonu jednotlivých činností vyradovania je možné tieto požiadavky splniť pomocou súboru opatrení:

- použitie diaľkovo ovládaných demontážnych techník alebo predemontážnej dekontaminácie v prípade potreby (vysoké príkony efektívnych dávok) pred demontážou,
- výber vhodných demontážnych techník – minimalizácia tvorby aerosólov,
- používanie overených a zvládnutých technológií pre spracovanie odpadov z vyradovania,
- používanie primeraných ochranných prostriedkov,
- správna a vhodná organizácia práce,
- zabezpečenie odbornej spôsobilosti zamestnancov,
- radiačné monitorovanie priestorov, zamestnancov a okolia JE.

Podstatným opatrením z hľadiska bezpečnosti počas vyradovania JE je minimalizácia ožiarenia pracovníkov a obyvateľstva z týchto činností. Ožiarenie pracovníkov je spôsobené príkonom efektívnych dávok od zariadení, resp. prevádzkových liniek počas výkonu činností vyradovania. Ožiarenie obyvateľstva je determinované množstvom aktivity uvoľnenej do ŽP prostredníctvom plyných a kvapalných výpustí.

Celkové ožiarenie pracovníkov je vyjadrené kolektívnou efektívnou dávkou. Je vypočítaná celková hodnota tohto parametra pre vyradovanie JE MO34 pre variant Bezprostredného vyradovania aj pre variant Ochranného uloženia hermetických priestorov [20].

Počas činností vyradovania je potrebné činnosti plánovať takým spôsobom, aby ani pri výnimočnom ožiarení nebola prekročená limitná hodnota ožiarenia pracovníkov [43]. Podrobný výpočet ožiarenia pracovníkov bude uvedený v ďalšej dokumentácii vyradovania, t.j. v koncepcných plánoch vyradovania vydávaných v pravidelných cykloch počas prevádzky jadrovej elektrárne, kde bude ožiarenie hodnotené po rokoch a podľa jednotlivých profesií.

Výpočtové prostriedky umožňujú optimalizáciu individuálnej efektívnej dávky pre jednotlivé profesie vyradovania, napr. optimalizáciou počtu pracovných skupín a aplikovaním diaľkovo riadenej demontáže technologických systémov, na ktorých je zvýšená hodnota príkonu efektívnych dávok v blízkosti demontovaných zariadení. Modelové výpočty určili približnú hraničnú hodnotu príkonu efektívnych dávok pri demontovaných zariadeniach, od ktorej je vhodné použiť diaľkovo ovládanú demontáž [20]. Táto hodnota je špecifická pre danú JE a je treba stanoviť túto hodnotu osobitne pre JE MO34 [8].

Z hľadiska ožiarenia obyvateľstva je potrebné minimalizovať ožiarenie obyvateľstva vyplývajúce z plyných a kvapalných výpustí z JE. V rámci budúcej prípravy vyradovania MO34 budú na lokalite stanovené zodpovedajúce limity pre plyné a kvapalné výpuste používané počas vyradovania. Doterajšie skúsenosti ukazujú, že čerpanie limitov pre plyné a kvapalné výpuste počas vyradovania sa pohybuje na úrovni jednotiek max. v oblasti desiatok percent z povolených ročných limitov výpustí, stanovených pre účely vyradovania. Podrobný výpočet plyných a kvapalných výpustí bude uvedený v ďalších stupňoch dokumentácie, kde bude ožiarenie obyvateľstva hodnotené po rokoch.

Vypočítaná celková hodnota plyných výpustí počas vyradovania JE MO34 je pre variant Bezprostredného vyradovania $1,16 \cdot 10^8$ Bq [20]. Za predpokladu, že výkon činností vyradovania, v ktorých sú najviac uvoľňované plyné výpuste, trvá cca 12 rokov, potom priemerné ročné hodnoty plyných výpustí sú cca $9,7 \cdot 10^6$ Bq/rok [20]. Na základe skúseností z vyradovania JE A1, je táto hodnota vždy v oblasti niekoľkých percent ročného limitu. Iba pre niektoré nuklidy môže byť v jednotlivých fázach v oblasti desiatok percent, ale zvyčajne iba počas ohraničenej doby - vid' [17] a [18]. Pre variant Ochranného uloženia hermetických

priestorov na 30 rokov je vypočítaná celková hodnota plynných výpustí počas vyradovania $1,25 \cdot 10^6$ Bq [20]. Za predpokladu, že výkon činnosti vyradovania, v ktorých sú najviac uvoľňované plynné výpuste, trvá cca 18 rokov (I. a III. etapa), potom priemerné ročné hodnoty plynných výpustí sú cca $6,94 \cdot 10^4$ Bq/rok [20].

Kvapalné výpuste sú počas vyradovania organizované tak, že sú vždy podlimitné a teda nedochádza k nadlimitnému vplyvu na obyvateľstvo pri výkone normálnych činností vyradovania.

15.2.2.1 Hodnotený havarijný stav súvisiace s únikom RAO a aerosólov

Hodnotený sú predpokladané havarijné situácie pri dekontaminácii technologických zariadení, pri spracovaní vzniknutých RAO a pri demontáži. Pri týchto činnostiach sa vyskytujú najväčšie množstvá rádioaktívnych látok vo forme, v ktorej môžu potenciálne ohroziť personál alebo okolie. Ide najmä o nasledovné situácie:

- únik kvapalných RAO, ktorý má za dôsledok aj vznik radiačných polí a aerosólov,
- vznik aerosólov pri nevhodnej manipulácii s dekontaminovanými zariadeniami,
- pád prepravovanej vnútornej časti reaktora.

Únik kvapalných RAO

Nevhodnou manipuláciou so zariadeniami pre chemickú dekontamináciu, technickou poruchou na týchto zariadeniach, inou činnosťou vykonávanou v blízkosti týchto zariadení alebo seizmickým pôsobením dôjde k porušeniu celistvosti týchto zariadení (prasknutie potrubí, nádoby, uvoľnenie spojov a pod.) a tým k úniku dekontaminačného roztoku z autonómnych dekontaminačných okruhov.

Vznik aerosólov pri nevhodnej manipulácii s demontovanými zariadeniami

K udalosti dôjde pri nevhodnej alebo neplánovanej manipulácii s časťami technologických zariadení (údery, nárazy, pády a pod.), ktorých povrchová kontaminácia je vysoká. Pri mechanických otrasoch demontovaných zariadení alebo ich častí dôjde k uvoľneniu aerosólov do priestorov, kde sa nachádza obslužný personál.

Pád prepravovanej vnútornej časti reaktora

Hodnotená je maximálna predpokladaná havarijná situácia pri demontáži a preprave kontaminovaných technologických zariadení, pád prepravovanej vnútornej časti reaktora. Porucha zariadenia, pomocou ktorého je na žeriave uchytená prepravovaná vnútorná časť reaktora. Pri preprave vnútornej časti reaktora cez reaktorovú sálu dôjde k jej pádu na podlahu reaktorovej sály.

15.2.2.2 Rádiologické dôsledky hodnotených situácií

Únik kvapalných RAO

Pri výpočte bol uvažovaný zdrojový člen, pri ktorom sa konzervatívne predpokladá, že prakticky všetka aktivita kontaminácie prejde do dekontaminačného roztoku.

Hlavné následky hodnotených havarijných situácií sú - vznik príkonu efektívnych dávok a zvýšenie objemovej koncentrácie aerosólov v mieste havárie.

Vznik aerosólov pri nevhodnej manipulácii s demontovanými zariadeniami

Počas otrasov sa konzervatívne predpokladá jednorazové uvoľnenie časti aktivity z vnútorného povrchu primárneho potrubia, pričom sa táto aktivita rozptýli v pracovnom priestore.

Hlavný následok hodnotených havarijných situácií je zvýšenie objemovej koncentrácie aerosólov v mieste havárie.

Pád prepravovanej vnútornej časti reaktora

Ako zdrojový člen pre tento typ havarijnej situácie je uvažovaný fragment koša aktívnej zóny po diaľkovej demontáži, ktorý sa pri prevoze uvoľní a spadne na podlahu. Pri tomto type konštrukčných prvkov reaktora sa predpokladajú jedny z najvyšších indukovaných aktivít a príkonov efektívnych dávok.

Pri páde prepravovanej vnútornej časti reaktora môže dôjsť k uvoľneniu aerosólov v pracovnom priestore.

Na základe hodnotenia vyššie uvedených havarijných stavov možno konštatovať nasledujúce závery:

- Situácie spojené s únikom KRAO sú riešiteľné bežným postupom. Po nehode budú prekročené intervenčné úrovne koncentrácií rádionuklidov v pracovnom priestore. Zasahujúci personál musí byť vybavený zodpovedajúcimi ochrannými prostriedkami (masky, skafandre). Ostatný personál musí byť evakuovaný zo zasiahnutých priestorov a tieto priestory musia byť odvetrávané ventiláciou, pokiaľ úrovne objemovej aktivity aerosólov vo vzduchu nepoklesnú pod povolené úrovne. Príkony efektívnych dávok sú relatívne vysoké v tesnej blízkosti úniku, ale stále umožňujú prítomnosť personálu pre účely likvidácie havarijnej situácie, avšak bude potrebné obmieňať personál v súlade s požiadavkami ALARA aby sa zabránilo prekročeniu hodnoty stanovenej osobnej dávky, pričom nesmie prísť ani k prekročeniu limitu stanovenej kolektívnej efektívnej dávky. Hodnotené situácie spojené s únikom dekontaminačných roztokov z predemontážnej dekontaminácie pokrývajú aj situácie pri spracovaní týchto KRAO, resp. pri únikoch pri podemontážnych dekontamináciách (únik z dekontaminačnej vane).
- Pri nevhodnej manipulácii s demontovanými časťami kontaminovaných zariadení primárneho okruhu je predpoklad, že bude dosiahnutá intervenčná úroveň objemovej koncentrácie rádionuklidov v pracovných priestoroch, podobne ako pre situáciu pri úniku KRAO uvedenú vyššie. Tieto situácie je potrebné riešiť okamžitým odchodom personálu a odvetraním príslušných priestorov, pokiaľ sa nezníži objemová aktivita aerosólov vo vzduchu pod povolené hodnoty.
- Situácie spojené s pádom prepravovaných vnútorných častí reaktora bude, vzhľadom na vysoké príkony efektívnych dávok spôsobené ich indukovanou aktivitou, možné riešiť iba pomocou diaľkovo ovládaných zariadení.

Tieto havarijné situácie sú z hľadiska rádioaktívnych nebezpečenstiev konzervatívne, pretože sa pri nich rádioaktívne látky dostávajú mimo ich pôvodných technologických bariér. V prvom priblížení ich rádiologické dopady pokrývajú aj iné havarijné situácie ako je požiar alebo zlyhanie vzduchotechniky.

15.2.3 Radiačná ochrana

Programy radiačnej ochrany zaisťujú že radiačná ochrana je optimálna a nebudú presiahnuté limity ožiarenia pracovníkov alebo obyvateľstva. Kým základné princípy a prostriedky radiačnej kontroly počas prevádzky JE a v období vyradovania sú rovnaké, metódy a spôsoby ich uplatnenia môžu byť rozdielne. Počas etapy vyradovania JE z prevádzky môžu nastať výnimočné situácie, ktoré budú vyžadovať použitie špecializovaných zariadení radiačnej kontroly alebo použitie metód a postupov, ktoré neboli počas prevádzky bežne používané [7].

Základným cieľom radiačnej kontroly je zabezpečenie ochrany personálu JE a obyvateľstva v okolí JE pred účinkami rádioaktívneho žiarenia a zamorenia, ako kontrolného systému prostriedkov a opatrení radiačnej ochrany.

Služba radiačnej kontroly bude plniť hlavne nasledujúce úlohy:

- sledovanie (kontrola, meranie, vyhodnotenie, evidencia) radiačnej situácie prostredia v JE,

- sledovanie úrovne aktivít v technologických okruhoch (transport, hromadenie, úniky, tesnosť technologických zariadení, funkcie, účinnosť),
- sledovanie radiačnej situácie v okolí JE,
- kontrola a evidencia ožiarenia a zamorenia personálu,
- kontrola zamorenia pracovných plôch, zariadení a dopravných prostriedkov,
- kontrola dosiahnutých stavov po dekontaminácii,
- kontrola bezpečnosti práce na pracoviskách so zdrojmi žiarenia (opravy, demontáže, transport atď.),
- kontrola úrovne rádioaktívnych výpustí a odpadov.

Udržovanie individuálnych efektívnych dávok personálu na čo najnižšej rozumne dosiahnuteľnej úrovni (princíp ALARA) je základnou požiadavkou hygieny žiarenia, ktorá je sledovaná od návrhu jadrového zariadenia vo všetkých fázach projekčnej činnosti až po uvedenie stavby do prevádzky a musí byť aj naďalej presadzovaná po celú dobu využívania elektrárne i pri činnostiach súvisiacich s jej vyradením.

V projekte systémov radiačnej ochrany a systémov zabezpečujúcich radiačnú ochranu personálu i obyvateľstva v okolí JE v priebehu vyradovania sú prijaté nasledujúce technické opatrenia:

- biologické tienenie,
- uzavreté okruhy s rádioaktívnymi látkami,
- organizovaný zber RAO a minimalizácia rádioaktívnych únikov,
- organizované spracovávanie a ukladanie pevných a kvapalných odpadov,
- udržovanie radiačných a klimatických podmienok v prevádzkových priestoroch vzduchotechnickými systémami,
- dekontaminácia technologických a stavebných povrchov,
- použitie prostriedkov individuálnej ochrany prevádzkovým personálom,
- rozdelenie prevádzkových miestností na kontrolované pásmo (KP) a priestory mimo kontrolované pásmo,
- hermetický priestor,
- vytvorenie ochranného pásma okolo JE,
- organizácia radiačnej kontroly.

Po ukončení prevádzky JE ostávajú systémy radiačnej ochrany v prevádzkyschopnom stave za účelom monitorovania radiačnej situácie v priestoroch JE počas procesu vyradovania. V dôsledku špecifických aktivít pri procese vyradovania (dekontaminačné a demontážne činnosti) vzniká potreba doplnenia systémov radiačnej ochrany (systémy vzduchotechniky, kontinuálne meranie aerosólov, tieniace steny, a pod.) v priestoroch objektov JE, kde sa budú tieto činnosti vykonávať, pričom počas prevádzky JE tam takéto systémy radiačnej ochrany neboli zavedené.

Na druhej strane je možné niektoré systémy radiačnej ochrany demontovať pretože ich použitie nie je odôvodnené (najmä systémy radiačnej ochrany súvisiacej s prevádzkou reaktora).

15.2.4 Priemyselná bezpečnosť

Interný plán BOZP bude vypracovaný v etape prípravy na získanie povolenia na vyradovanie v zmysle zoznamu nebezpečenstiev a požiadaviek príslušnej legislatívy.

Nebezpečenstvá, ktoré vzhľadom na charakter ich účinkov, čas expozície a množstvo, napríklad koncentráciu, alebo dávku, môžu poškodiť zdravie, alebo obťažovať pri práci a možno sa pred nimi chrániť použitím OOPP, sú najmä:

Fyzikálne nebezpečenstvá

- Poloha pracoviska vo vzťahu k povrchu zeme, napríklad vo výške, v hĺbke, pod zemou, alebo pod vodou.
- Nevhodný povrch podláh a komunikácií spôsobujúci pády osôb, napríklad ich pohyblivosť, šikmosť, šmykľavosť, nerovnosť.
- Tlak, úder, rez, seknutie, pichnutie, bodnutie, odretie, navinutie.
- Pri pohyblivých strojoch, mechanizmoch a ich častiach, na materiáloch, polotovaroach a výrobkoch, s ktorými sa manipuluje, na ostrých hranách, rohoch, drsných povrchoch.
- Oheň, horúce alebo chladné látky (plynné, kvapalné, tuhé) a predmety, ich povrchová teplota.
- Výbušnosť.
- Odletujúce a padajúce predmety.
- Tepelné, ultrafialové, infračervené, ionizujúce, laserové, elektromagnetické žiarenie.
- Elektrický prúd a napätie, statická elektrina.
- Barometrický tlak a jeho rýchle zmeny.
- Teplota vzduchu a jej rýchle zmeny, vlhkosť, prúdenie, ionizácia, prach, vlákna, tuhé a kvapalné aerosóly vo vzduchu.
- Hluk (infrazvuk, ultrazvuk).
- Vibrácie.
- Osvetlenie (intenzita, jas, kontrast, oslnenie, nedostatočné denné osvetlenie).
- Nedostatočná rozoznateľnosť, napríklad osôb, alebo zariadení vzhľadom na pozadie.

Chemické nebezpečenstvá

- Plyny, pary, aerosóly, prachy, pevné, kvapalné látky a ich účinky: toxické, žieravé, dráždivé, senzibilizujúce, karcinogénne, mutagénne, teratogénne.

Iné nebezpečenstvá

- Nevhodná pracovná poloha.
- Neprimeraná fyzická (statická, alebo dynamická) záťaž.

V zmysle ustanovení zákona č. 125/2006 Z. z. o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z. o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov vykonávajú štátnu správu v oblasti inšpekcie práce:

- Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky.
- Národný inšpektorát práce.
- Inšpektoráty práce.

15.2.5 Bezpečnosť vzhľadom na okolie

Vplyv vyradovania na životné prostredie vyplýva hlavne z:

- rozsahu prevádzkovaných zariadení v kontrolovanom pásme a spôsobu ich prevádzky,
- množstiev rádioaktívnych materiálov, ktoré sa demontujú,
- spôsobu nakladania s rádioaktívnymi odpadmi vyprodukovanými počas vyradovania.

Hlavným zdrojom rádioaktívnych výpustí bude spracovanie a úprava rádioaktívnych odpadov, dekontaminácia rádioaktívnych materiálov a demontáž. V závislosti na použitých technológiách sa budú vytvárať plynné a kvapalné výpuste. Avšak časové rozloženie množstiev vyprodukovaných výpustí bude tiež závisieť na zvolenom variante vyradovania.

Rozloženie rádioaktívnych výpustí v čase je vo všeobecnosti podobné distribúcii radiačného zaťaženia personálu v čase. Najväčšie množstvá sa vyprodukujú počas demontáže kontaminovaných a aktivovaných zariadení, počas dekontaminačných prác a počas nakladania s rádioaktívnymi odpadmi.

Pre variant 1 odhadnutá priemerná ročná aktivita kvapalných výpustí predstavuje približne 5 % a odhadnutá priemerná ročná aktivita plynných výpustí predstavuje približne 0,1 % z príslušných nameraných hodnôt pre energetickú prevádzku JE MO34 [20].

Relevantné priemerné hodnoty ročnej aktivity pre variant 2 sú porovnateľne nižšie než pre variant 1 vzhľadom na skutočnosť, že v období uzavretia s dozorom sú hodnoty ročnej aktivity pre kvapalné a plynné výpuste veľmi nízke [20].

Vo všeobecnosti aktivita výpustí z vyradovania JE MO34 bude nižšia ako počas energetickej prevádzky. Odhadnutá maximálna hodnota ročnej aktivity kvapalných výpustí predstavuje približne 15 % a príslušná hodnota plynných výpustí predstavuje 0,25 % z odpovedajúcich nameraných ročných hodnôt pre energetickú prevádzku JE MO34 [20].

15.2.6 Zmierňovanie negatívnych vplyvov

Minimalizácia expozície personálu a obyvateľstva ionizujúcemu žiareniu (princíp ALARA) – dôsledným uplatňovaním účinných programov a pracovných plánov vychádzajúcich z platnej legislatívy o ochrane zdravia pred ionizujúcim žiarením a o práci v prostredí s ionizujúcim žiarením a tiež využívaním zariadení s diaľkovým ovládaním, manipulátorov a pod.

Minimalizácia emisií kontaminantov do atmosféry – využívaním vysoko účinných filtračných systémov zachytávajúcej emisie a prachu, lokálnym odsávaním prachu, fixovaním prachu (napr. kropením) a dôsledným plánovaním činností so zvýšenou tvorbou prachu.

Minimalizácia znečistenia povrchových vôd – minimalizovaním spotreby vody, tvorby odpadových vôd recykláciou a využívaním odpadových vôd v ďalšom procese spracovania a úpravy rádioaktívnych odpadov, účinnou filtráciou a pod.

Znižovanie hluku – využívaním protihlukových bariér, trasovaním a časovaním dopravy.

Minimalizácia požiadaviek na záber pôdy (v areáli JE MO34) pre medzioperačné zhromažďovanie odpadov z vyradovania. Využívať sa budú technológie minimalizujúce tvorbu sekundárnych odpadov a zabraňujúce kontaminácii okolia.

Využívanie prevádzkového personálu prednostne z prevádzky JE MO34.

Adekvátne zaškolenie a preškolenie personálu na všetkých úrovniach a pracoviskách organizácie.

Úprava areálu – na ďalšie využitie areálu.

Scenéria krajiny – v prípade budovania nevyhnutných objektov budú tieto navrhnuté spôsobom nenarúšajúcim scenériu krajiny.

15.3 Varianty v procese vyradovania

15.3.1 Faktory ovplyvňujúce výber stratégie vyradovania

Faktory, ktoré majú vplyv na výber stratégie vyradovania sú vo všeobecnosti konzistentné pre všetky JZ. Tieto faktory môžu vystupovať ako pozitívne indikátory alebo tiež ako obmedzenia, napríklad, či finančný fond je k dispozícii alebo nie. Vplyv jednotlivých faktorov je závislý od špecifických národných alebo lokálnych podmienok alebo situácie v JZ. V kapitole 3.2 v [11] je uvedený všeobecný zoznam základných faktorov, ktoré je potrebné brať do úvahy pri výbere stratégie vyradovania a pri jednotlivých faktoroch sú uvedené hlavné aspekty, ktoré je potrebné vziať do úvahy a uvedené sú príklady dobrej praxe aplikácie pre daný faktor. Základné faktory sú nasledovné:

- A. Národná stratégia a legislatíva.
- B. Finančné zdroje a náklady pre implementovanie stratégie vyradovania.
- C. Systémy pre nakladanie s vyhoretým jadrovým palivom a s rádioaktívnymi odpadmi.
- D. Vplyv na zdravie, bezpečnosť a životné prostredie.
- E. Znalostný manažment a ľudské zdroje.
- F. Sociálne vplyvy a zapojenie oprávnených účastníkov.
- G. Vhodné technológie a techniky.

15.3.2 Metódy výberu optimálneho variantu vyradovania

Výber optimálnej stratégie vyradovania sa vykoná najlepšie pri vyhodnotení všetkých závažných faktorov vplyvu, ktoré sa vyberú zo zoznamu uvedeného v kap. 15.3.1. Pri výbere závažných faktorov je potrebné zohľadniť všetky špecifiká, ktoré majú súvis s daným projektom vyradovania ako sú:

- špecifická súvisiace s daným JZ,
- špecifiká lokality (počet jadrových zariadení v lokalite, vnútrolokálne vzájomné súvislosti) a okolitých komún s väzbou na lokalitu (najmä v sociálnej oblasti),
- špecifiká súvisiace s použiteľnou alebo plánovanou infraštruktúrou vyradovania,
- špecifiká súvisiace s použiteľnou alebo plánovanou infraštruktúrou nakladania s RAO,
- národná legislatíva súvisiaca s vyradovaním,
- národná stratégia vyradovania.

Niektoré z faktorov môžu mať charakter hraničných obmedzení, ktoré determinujú alebo vylučujú niektoré varianty vyradovania. Vyhodnotenie vplyvu faktorov v rámci výberu stratégie vyradovania je možné vykonať v zásade nasledovnými spôsobmi:

- Expertné hodnotenie vplyvu faktorov na parametre vyradovania vyjadrené váhou vplyvu z vopred určenej stupnice vplyvu.
- Algoritmizácia matematicky exaktne definovateľných vplyvov uvažovaných faktorov na parametre vyradovania.

Pre numerické vyhodnotenie sa pri výbere aplikuje metóda multikriteriálnej analýzy v závislosti na stupni vypracovania dokumentu. Metódy výberu optimálneho variantu vyradovania podľa odporúčaní MAAE sú uvedené v [11], kap. 3.2.

V reálnej praxi a podľa stupňa plánu vyradovania (predbežný, postupujúce stupne aktualizácie až po finálny plán vyradovania) sa v prvosledových stupňoch plánu vyradovania uplatňujú najmä subjektívne expertné hodnotenia kombinované s numerickými expertnými odhadmi. V priebehu aktualizácie plánu vyradovania, keď sú k dispozícii stále presnejšie vstupné údaje, začínajú vo výbere optimálneho variantu vyradovania prevažovať numerické vstupy a pri finálnom pláne vyradovania by mali byť v maximálnej miere aplikované hodnoty, ktoré sú výstupom matematicky vyjadrených vzťahov pre vplyvy hodnotených faktorov na parametre vyradovania.

15.3.3 Základné charakteristiky hodnotených variantov vyradovania JE MO34

Východiskový stav pre obidva hodnotené varianty vyradovania po obdržaní povolenia je stav bez VJP, bez prevádzkových médií a odpadov z prevádzky (vrátane historických prevádzkových odpadov).

15.3.3.1 Variant bezprostredného vyradovania

Prípravné činnosti

V rámci prípravy vyradovania, ešte pred udelením povolenia, sa vykonajú činnosti súvisiace s plánovaním procesu vyradovania, rádiologickým prieskumom a prieskumom škodlivých materiálov pre plánovanie a povoľovanie, schvaľovanie procesu vrátane zapojenia verejnosti a vytvorenie modelu manažmentu pre riadenie projektu vyradovania (výkon vyradovania vlastným personálom alebo kontraktácia činností vyradovania) a výber dodávateľa, ak sa takýto model uplatní.

Pred výkonom hlavných činností vyradovania budú zabezpečené potrebné zariadenia všeobecného charakteru ako sú všeobecné zariadenia pre vyradovanie v lokalite (zdvíhacie, manipulačné a dopravné zariadenia), všeobecné zariadenia pre dekontamináciu personálu alebo nástrojov potrebných pre výkon činností dekontaminácie a demontáže a všeobecné zariadenia pre radiačnú ochranu a pre zdravotnícku starostlivosť. Predpokladá sa, že pre zaistenie fyzickej ochrany a údržbu bariér a systémov nebudú potrebné doplnkové zariadenia ale budú postačovať existujúce zariadenia a systémy.

Pre zaistenie transportu materiálov z demontáže budú stanovené transportné trasy. Nakoľko sa predpokladá spracovanie a úprava pevných RAO mimo lokalitu, bude potrebné zabezpečiť balenie RAO do transportných kontajnerov a radiačnú kontrolu transportných zostáv pred ich odchodom z kontrolovaného pásma. Pri preprave po železnici je vhodné zriadiť expedičné pracovisko s tým, že po úprave sa využije systém nakladania kontajnerov s VJP na železničné vagóny. Alternatívne je možné použiť cestné prepravné prostriedky na prepravu kontajnerov po cestných komunikáciách. V tomto prípade bude potrebné zrušiť železničnú vlečku.

V obidvoch prípadoch bude potrebné, v blízkosti miesta nakladania kontajnerov na prepravné prostriedky, zriadiť pracovisko na dekontamináciu vonkajších povrchov kontajnerov a na radiačnú kontrolu kontajnerov tak, aby bolo možné zaručiť podmienky pre prepravu podľa platnej legislatívy.

Pre prepravu kvapalných RAO bude použitý schválený systém prepravy kvapalných prevádzkových RAO z obdobia prevádzky a ukončovania prevádzky. Predpokladá sa potreba zriaďovania nových prepravných systémov pre kvapalné RAO pre etapy vyradovania, pretože potrubné trasy budú tiež vyradené na konci demontáže pomocných systémov.

Dekontaminácia a demontáž

Ťažiskovými činnosťami, z bezpečnostných hľadísk, budú preddemontážna dekontaminácia priestorov a zariadení a ručná demontáž systémov s primeraným dávkovým pozadím v mieste demontáže. Diaľková demontáž sa aplikuje u systémov, u ktorých by sa ani po aplikovaní preddemontážnej dekontaminácie nedosiahlo zníženie príkonu dávok na úroveň prijateľnú pre aplikáciu ručnej demontáže. Pri demontáži reaktorov sa použijú systémy diaľkovo riadenej demontáže.

Podľa aktuálnej radiačnej situácie sa zväži demontáž a fragmentácia do prepravných kontajnerov na mieste (v danej miestnosti) alebo sa alternatívne uplatní demontáž zariadenia ako celku, preprava na špecializované pracovisko fragmentácie a fragmentácia do prepravných kontajnerov sa vykoná na tomto pracovisku. Uvedeným postupom sa môže dosiahnuť značná redukcia ožiarenia pracovníkov. Predpokladaný príkon dávok v miestnostiach, kde sa takéto zariadenia nachádzajú, umožní prácu v dostatočnom časovom rozsahu potrebnom na demontáž zariadení ako celku a vlastná fragmentácia na špecializovanom pracovisku sa môže realizovať v diaľkovom alebo čiastočne diaľkovo ovládanom režime.

Demontáž a fragmentácia vnútroreaktorových častí a tlakovej nádoby reaktora sa vo variante bezprostredného vyradovania budú vykonávať diaľkovo ovládanými zariadeniami. Podľa aktuálnej radiačnej situácie sa diaľková demontáž uplatní aj pri najviac kontaminovaných zariadeniach.

Pri všetkých činnostiach budú aplikované potrebné prostriedky pre zaistenie lokálnych hygienických podmienok (lokálna vzduchotechnika, lokálne prekrytia pre zamedzenie šírenia kontaminácie, tienenia a pod.) a pre ochranu personálu (rôzne druhy ochranných odevov), podľa radiačnej situácie v jednotlivých úlohách demontáže a dekontaminácie. Zároveň bude zabezpečený výcvik personálu podľa druhu vykonávaných činností.

V posledných fázach demontáže budú demontované podporné prevádzkové systémy, používané počas demontáže hlavných systémov, ako sú systémy vzduchotechniky, pôvodné elektrické rozvody a rozvody technických médií, zdvíhacie zariadenia a pod.

Vyradovanie stavebnej časti

Ako posledné budú demontované zabudované technologické prvky ako sú priechodky, vstup a zaliate potrubia špeciálnej kanalizácie, hermetické dvere a iné uzávery miestností a pod. Dosiahne sa tým stav, kedy budú miestnosti prázdne a bez akýchkoľvek technologických prvkov pripravené na dekontamináciu všetkých stavebných povrchov v kontrolovanom pásme, ktorá sa vykoná chemickým alebo mechanickým spôsobom. Aktívna betónová časť reaktorovej šachty bude odstránená. Dekontaminované miestnosti budú uzavreté jednoduchými dočasnými uzávermi na zabránenie spätnej kontaminácie miestnosti šírením kontaminácie z častí, ktoré ešte neboli dekontaminované. Poslednou činnosťou bude radiačná kontrola dekontaminovaných stavebných povrchov, ktorá zdokumentuje dosiahnutý stav a spolu s nezávislou verifikačnou radiačnou kontrolou stavebných povrchov je základom pre rozhodnutie o uvoľnení stavebných objektov spod kontroly.

Podobný postup bude uplatnený u aktívnych stavebných častí, ktoré tvoria rôzne technologické prepojenia medzi hlavnými aktívnymi objektmi, ako sú potrubné prepojenia a pod. Činnosti navyše v týchto prípadoch budú odkopanie potrubných systémov a naloženie s výkopom po ukončení demontáže, dekontaminácii a radiačnej kontrole a naloženie s kontaminovanými zeminami, ak sa také vyskytnú.

Uvedeným spôsobom sa dosiahne stav, kedy všetka rádioaktivita zo stavebnej a technologickej časti bude odstránená a prevedená do systému pre nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi. Spôsob nakladania s rádioaktívnymi odpadmi je uvedený v kap. 15.1.5.

Naloženie s lokalitou

Pri vyradovaní objektov neaktívnej časti budú aplikované bežné priemyselné postupy demontáže technologických systémov. Vzniknuté konvenčné odpady budú zaradené do systému nakladania s týmto druhom odpadov. Pre dosiahnutie požadovaného stavu „zelená lúka“ sa v lokalite vykoná demolácia všetkých stavebných objektov a finálne činnosti pre úpravu lokality. V súčasnosti prijatý postup demolácie objektov je demolácia do stanovenej úrovne [20]. Stavebná časť pod touto úrovňou je zasypaná nekontaminovaným recyklovaným stavebným materiálom. Terén pod stavebnými objektmi sa po zásype objektov upraví krycou vrstvou zeminy a podľa potreby sa vykoná záverečná úprava terénu v celej lokalite.

Poslednou činnosťou je finálna radiačná kontrola lokality, vypracovanie dokumentácie pre dozorné orgány, ktorá dokladuje dosiahnutý stav, vrátane nezávislej verifikácie súladu so štandardami pre uvoľnenie lokality spod kontroly a vlastný proces vyňatia spod kontroly.

V rámci projektu vyradovania bude potrebné zabezpečiť všetky potrebné podporné činnosti a služby, ako je príprava a zriadenie pracovísk, manažment projektu, práca s verejnosťou, podporné služby, zaistenie služieb pre zdravie a bezpečnosť. Pre správne identifikovanie všetkých činností tohto druhu je vhodné použiť štandardizovaný zoznam činností podľa dokumentu [9].

15.3.3.2 Variant ochranného uloženia hermetickej zóny na stanovenú dobu

I. etapa vyradovania

Prípravné činnosti

Budú vykonané prakticky v tom istom rozsahu ako pre variant bezprostredného vyradovania. Týka sa to plánovania a prípravy vyradovania, dosiahnutie východiskového stavu pred I. etapou vyradovania, zaobstaranie všeobecných zariadení, podpora v lokalite, prepravy odpadov a ďalšie.

Dekontaminácia a demontáž

Demontážny postup bude uplatnený najmä podľa miestností, pretože hlavné technologické zariadenia primárneho okruhu zostanú v hermetických priestoroch v rámci ochranného uloženia. Je predpoklad, že pre demontáž niektorých zariadení bude potrebné použiť diaľkovo ovládané zariadenia. Predpokladá sa, že fragmentácia pri demontáži bude realizovaná na rozmery do transportných kontajnerov, a teda špecializované fragmentačné pracovisko nebude potrebné zriaďovať. V rámci prípravy hermetickej zóny na jej uzavretie bude vykonaná dekontaminácia a preprava niektorých kontaminovaných zariadení a materiálov do vymedzených priestorov za účelom dlhodobého skladovania a uskutoční sa odber vzoriek pre charakterizáciu rádiologického inventáru v zariadeniach a priestoroch po vyznačení rozsahu ochranného uloženia.

Vyradovanie stavebnej časti

Rozsah činností, čo sa týka ich sortimentu, bude ako v prípade variantu bezprostredného vyradovania. Budú sa vzťahovať na vonkajšie aktívne a neaktívne objekty. V prípade vnútorných aktívnych objektov tieto činnosti budú zaradené do rozsahu ochranného uloženia.

Naloženie s lokalitou

Činnosti súvisiace s lokalitou sa uplatnia v časti lokality vymedzenej pôvodnými hranicami a hranicami ochranného uloženia. Nové hranice lokality budú stanovené tak, aby umožnili výkon činností pri vyradovaní ochranného uloženia.

Príprava ochranného uloženia

Účel ochranného uloženia je znížiť príkon dávok v priestoroch hermetickej zóny a šachty reaktora, kde sa nachádzajú hlavné zariadenia primárneho okruhu, čím sa zlepšia podmienky pre demontáž, zníži sa celkové ožiarenie personálu a budú sa môcť použiť jednoduchšie demontážne technológie. Druhým hlavným účelom je zníženie kategórie odpadov vzniknutých pri demontáži a tým aj zníženie nárokov na spracovanie a úpravu odpadov a ich uloženie. Rozsah ochranného uloženia je detailne vymedzený a definovaný v [20].

Z dôvodov potreby obnovenia činností vyradovania po uplynutí doby ochranného uloženia, sa do ochranného uloženia zahŕňajú nielen vlastné hermetické priestory a šachta reaktora, ale aj ďalšie podporné priestory, ktoré budú potrebné pri výkone činností vyradovania v rámci III. etapy vyradovania. Ďalšou funkciou podporných priestorov je zaistenie prístupu do priestorov vlastného ochranného uloženia, možnosti umiestnenia pomocných technologických systémov potrebných pre zaistenie bezpečnosti ochranného uloženia a pre vykonávanie plánovaných kontrol a údržby.

II. etapa vyradovania

Prevádzka ochranného uloženia

V rámci ochranného uloženia sa budú nachádzať systémy, ako sú vzduchotechnický systém, systém elektrického rozvodu a osvetlenia, systém špeciálnej kanalizácie, systémy radiačnej kontroly a hygienické slučky, monitorovacie systémy, systémy fyzickej ochrany a pod. v rôznom stupni redukcie oproti stavu za prevádzky, alebo budú nanovo inštalované. V trvalej prevádzke budú systémy monitorovania, fyzickej ochrany a časť systémov radiačnej ochrany. Systémy, ktoré budú potrebné pri vyradovaní, budú zakonzervované. Ostatné systémy budú v prevádzke v minimálnom rozsahu najmä počas vykonávania pravidelnej kontroly a údržby technologickej a stavebnej časti ochranného uloženia.

Ukončenie ochranného uloženia a príprava vyradovania ochranného uloženia

V dostatočnom časovom predstihu pred uplynutím ochranného uloženia sa vykonajú činnosti súvisiace s plánovaním poslednej etapy vyradovania, vrátane rádiologického prieskumu a prieskumu škodlivých materiálov, schvaľovanie a vytvorenie modelu manažmentu pre riadenie projektu vyradovania a výber dodávateľa, ak sa takýto model uplatní. Zaoberajú sa zariadenia potrebné pre výkon činností vyradovania a obnoví sa prevádzka pomocných systémov v rozsahu potrebnom pre bezpečnú realizáciu činností vyradovania a pripraví sa podmienky a zariadenia pre demontáž a dekontamináciu.

III. etapa vyradovania

Vyradenie ochranného uloženia

Predmetom demontáže budú hlavné zariadenia primárneho okruhu. Keďže nastane úbytok rádioaktivity počas obdobia ochranného uloženia, tak sa nepredpokladá aplikácia predemontážnej dekontaminácie. Podľa aktuálnej rádiologickej situácie ku koncu ochranného uloženia sa rozhodne o zriadení fragmentačného pracoviska pre technologické celky, alebo sa použije ručná demontáž a fragmentácia do prepravných kontajnerov na mieste. Predpokladá sa, že konštrukcia fragmentačného pracoviska bude menej náročná ako v prípade variantu bezprostredného vyradovania. Pre demontáž reaktora a fragmentáciu vnútroreaktorových častí sa konzervatívne predpokladá použitie diaľkovo ovládaných zariadení.

Pre prípravu kontajnerov na transport budú obnovené pracoviská pre dekontamináciu a radiačnú kontrolu transportných kontajnerov na pevné a kvapalné RAO, pred ich transportom na spracovanie a úpravu.

Pre vyradenie stavebnej časti, pre naloženie s lokalitou a pre podporné činnosti budú uplatnené postupy ako vo variante bezprostredného vyradovania.

15.3.4 Zdôvodnenie výberu variantu bezprostredného vyradovania JE MO34

Pri výbere vhodnej stratégie vyradovania je potrebné zobrať do úvahy všetky faktory, ktoré siahajú od národnej úrovne, cez parametre existujúcej alebo plánovanej infraštruktúry vyradovania a nakladania s odpadmi, lokálne parametre až po špecifické faktory danej JE. Rozsah faktorov, ktoré je potrebné brať do úvahy je diskutovaný v kap. 15.3.1 a podrobne popísaný v [20]. Potreba vziať do úvahy všetky faktory ktoré majú zásadný význam, pretože niektoré z nich môžu mať určujúci vplyv na výber stratégie, napríklad nedostatočnosť akumulovaných prostriedkov vylučuje varianty bezprostredného vyradovania, dostupnosť alebo nedostupnosť technológií predurčuje výkon činností vyradovania a pod. Jedným z určujúcich faktorov je aj kvalita plánovania vyradovania, ktorá sa premieta do dokumentov typu plán vyradovania na rôznych stupňoch jeho vypracovania alebo aktualizácie.

Odporúčaný postup predstavuje identifikovanie takého rozsahu hodnotených variantov vyradovania, ktorý zahŕňa všetky možné spôsoby vyradovania prakticky realizovateľné, ďalej realizovateľné s určitými obmedzeniami alebo aj varianty viac menej hypotetického charakteru, ktoré sa použijú ako porovnávacie pri výbere optimálneho variantu vyradovania.

V procese výberu optimálneho variantu by sa mal každý variant zostaviť, vypočítať a vyhodnotiť individuálne a pre výber optimálneho variantu je odporúčaná metóda multikriteriálnej analýzy za účasti expertov zainteresovaných do prípravy vyradovania a taktiež za účasti nezávislých expertov z oblasti.

Predkladaný dokument sumarizuje stav informácií v dobe prípravy projektu výstavby JE. Vychádza z predpokladaného stavu pri ukončení prevádzky v rozsahu odporúčanom v dokumente [10]. Okrem predpokladaného technického a rádiologického stavu, ktorý vychádza z existujúcej technickej dokumentácie a zo súčasných informácií z prevádzky JE toho istého typu. Vychádza sa tiež z toho, že predpokladaný stav infraštruktúry pre vyradovanie a pre nakladanie z rádioaktívnymi odpadmi bude v činnosti podľa súčasných predstáv. Taktiež sa predpokladá, že bude zhromaždený fond pre vyradovanie v potrebnej výške a vo fáze ukončovania prevádzky JE MO34 bude k dispozícii skúsený personál, overené techniky dekontaminácie a demontáže a zariadenia z predošlých projektov vyradovania JE toho istého typu.

Z uvedených dôvodov vyplýva, že všetky aspekty bodov „A“ až „G“ v kap. 15.3.1 budú pri ich individuálnom vyhodnotení jednoznačne prispievať k výberu variantu s bezprostredným vyradovaním. V prípade bodu „D“ ide o konštatovanie, že hodnotené parametre boli optimalizované a nedosiahli v žiadnom prípade nedosiahnu limitované hodnoty.

Variant bezprostredného vyradovania je preferovaný variant podľa MAAE, ktorý zaručuje, aby sa vyradovanie daného JE vykonalo bezpečným spôsobom v dobe, keď sú na to vytvorené všetky podmienky. Odloženie vyradovania do budúcnosti, pokiaľ k tomu nie sú dôvody vylučujúce variant bezprostredného vyradovania, prináša riziká vyplývajúce zo straty informácií o JE, straty skúseností v profesiách potrebných pre vyradovanie a zvyšuje rizikovosť udržania alebo zhromaždenia fondu pre vyradovanie. Taktiež otázka zachovania infraštruktúry pre nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi počas doby odloženia vyradovania môže byť vážny problém. Na tomto stupni dokumentácie, pri uvažovaní odloženia vyradovania, ide vlastne o aplikáciu variantu vyradovania podľa MAAE [11].

Aplikovanie najvhodnejšieho variantu vyradovania, ktorý je odporúčaný alebo vybraný národnou stratégiou, medzinárodnými odporúčaniami je variant vyplývajúci z „dobrej praxe“ na základe skúseností z existujúcich projektov vyradovania. Výber predstavuje posúdenie, či existujú vylučujúce faktory, ktoré by tento variant neumožňovali. Ak sa takéto faktory nenájdu, prijme sa daný variant ako riešenie. Národná legislatíva môže pritom predpisovať aj povinné vyhodnotenie iných variantných riešení.

Variant bezprostredného vyradovania JE MO34 sa za predpokladaného vývoja v záverečnej časti jadrovej energetiky v SR podľa dokumentu [15] javí ako logický variant, ktorý je súčasťou uceleného systému jadrovej energetiky v SR. Táto úvaha sa týka aj iných možných variantov vyradovania s odloženou demontážou, ako je napr. variant uzavretia s dozorom, so žiadnou demontážou pred etapou uzavretia s dozorom. Jedna s dodatočných nevýhod tohto variantu je prísna požiadavka na údržbu systémov v prevádzke, systémov určených na vyradovania a stavebnej časti počas dlhodobej etapy uzavretia s dozorom z dôvodu dodržania bezpečnosti v jadrovej elektrárni.

15.4 Plánovanie prípravných prác

15.4.1 Príprava stratégie vyradovania

Príprava stratégie vyradovania jadrového zariadenia z prevádzky je požadovaná podľa zákona o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) [12]. Na základe ustanovení tohto zákona je nutné už v štádiu žiadosti o súhlas na umiestnenie stavby jadrového zariadenia vypracovať a doložiť Zadávaciú správu o spôsobe vyradovania, ktorá obsahuje:

- návrh o spôsobe vyradovania,
- odhad množstva a aktivity rádioaktívnych odpadov a vyhorelého jadrového paliva a množstva konvenčných odpadov z vyradovania a návrh spôsobu nakladania s nimi po ukončení prevádzky,
- odhad finančných prostriedkov potrebných na vyradovanie jadrového zariadenia a spôsob ich zabezpečenia,
- vyjadrenie o možnostiach demontáže a dekontaminácie jadrového zariadenia,
- návrh ďalšieho využitia zariadení a materiálov, ktorých aktivita umožňuje ich uvoľnenie do životného prostredia [42].

Výber variantu vyradovania JE MO34 v budúcich aktualizáciách predbežného koncepčného plánu vyradovania by mal brať do úvahy faktory uvedené v kap. 15.3.1, pri aplikovaní metodiky, uvedenej v kap. 15.3.2 podľa dokumentu [16]. Výber variantu je založený na individuálnom zostavení, výpočte, optimalizácii a vyhodnotení jednotlivých variantov vyradovania, ktoré svojim rozsahom pokrývajú všetky spôsoby vyradenia, zaradené do výberu optimálneho variantu. Výstupom jednotlivých hodnotených variantov sú, okrem nákladov ako určujúceho parametra vyradovania (do ktorého sa premietajú všetky aspekty vyradovania), aj ďalšie parametre ako sú prácnosť procesov, ožiarenie personálu, doby trvania čiastkových procesov alebo skupín procesov, potrebné personálne zabezpečenie, množstvá odpadov podľa typov odpadov, rádioaktívne výpuste, spotreby hlavných technických médií a materiálov a ďalšie. V tomto zozname parametrov sa vo všeobecnosti dá identifikovať stupňovanie rozsahu v tom zmysle, že v prípade predbežných výpočtov sa zvyčajne prezentujú iba náklady, neskôr sa postupne pridávajú ďalšie parametre. Jeden z výstupov plánovania vyradovania v neskorších etapách je aj harmonogram vyradovania. Celkový postup má nasledovné základné kroky:

- Aktualizácia charakterizácie JE:
 - Štúdium dokumentácie, analýza prevádzky.
 - Aktualizácia charakterizácie vo vzťahu k vyradovaniu.
- Technická charakterizácia zariadení a stavebnej časti.
- Rádiologická charakterizácia.
- Inventárna databáza JE pre účely vyradovania:

- Inventár technologickej a stavebnej časti s príslušnými rádiologickými údajmi (kontaminácia, aktivácia, príkony dávok, nuklidové vektory):
- pre úroveň koncepčného plánu postačuje databáza s údajmi na úrovni technologických systémov, kde je už možné aplikovať koncept kontaminačných tried pre stanovenie kontaminácie zariadení,
- pre detailnejšie úrovne plánu vyradovania je potrebná štruktúra stavebný objekt – podlažie – miestnosť – položky v miestnosti (technologické zariadenie, stavebný povrch, stavebný materiál):
 - Inventárna databáza pre reaktorové štruktúry sa zostaví v rámci osobitných úloh a zahŕňa materiálové modelovanie, výpočet neutrónového toku, aktivácie materiálov a zostavu inventárnej databázy, ktorá je štruktúrovaná podľa demontážneho postupu, ktorý je inverzným postupom k montáži reaktora.
 - Osobitne sú zostavované aj databázy väčších celkov, ako sú parogenerátory, kompenzátory, zavážacie stroje a pod., kde je taktiež potrebné rešpektovať predpokladaný demontážny postup.
- Analýza infraštruktúry pre vyradovanie:
 - Analýza aktuálneho stavu vo vyradovaní vo vzťahu k projektu vyradovania.
 - Analýza dostupných a plánovaných technológií pre projekt.
 - Analýza cenových a iných jednotkových faktorov.
 - Vývoj alebo aktualizácia databázy jednotkových faktorov.
- Varianty vyradovania:
 - Definovanie variantov vyradovania a ich vnútornej štruktúry.
 - Identifikácia činností vyradovania.
 - Vývoj/aktualizácia databázy časovo závislých činností a fixných nákladov.
 - Vývoj/aktualizácia štandardizovaných výpočtových štruktúr pre varianty vyradovania.
 - Výpočet, optimalizácia a vyhodnotenie jednotlivých variantov vyradovania.
- Porovnanie variantov a výber optimálneho variantu vyradovania:
 - Citlivosť analýza pre vybrané vstupné parametre.
 - Vývoj/aktualizácia kritérií pre multikritériálnu analýzu.
 - Vytvorenie expertnej hodnotiacej skupiny.
 - Výber optimálneho variantu vyradovania pomocou multikritériálnej analýzy podporovanej výsledkami citlivostnej analýzy.

Osobitné miesto v uvedenej postupnosti krokov má vývoj inventárnej databázy JE MO34. Inventárna databáza je hlavný zdroj vstupných údajov pre výpočet parametrov vyradovania a presnosť údajov v databáze, určuje presnosť vypočítaných údajov. Počas prvých období prevádzky JE MO34, kedy sa bude aktualizovať plán vyradovania na úrovni koncepčného plánu, sa databáza môže vyvíjať nezávisle od elektrárenského informačného systému, pretože dáta v databáze majú viac charakter sumarizovaných údajov na úrovni stavebného objektu alebo systému.

V ďalších etapách prevádzky by sa mal dosiahnuť stav, kedy sa inventárna databáza vytvorí v elektrárenskom informačnom systéme ako jeden z jej modulov, do ktorého je možné preberať údaje z iných modulov, ktoré obsahujú detailné informácie o technologických systémoch a o stavebnej časti, napríklad moduly pre údržbu. Takto je možné dosiahnuť stav, že databáza pre vyradovanie bude obsahovať všetky

potrebné údaje o typoch zariadení, konštrukcii, materiálovom zložení, umiestnení a príslušnosti k technologickým systémom a stavebnej časti a rádiologických údajoch z prevádzky. Časť rádiologických údajov, najmä z období odstávok, je možné po ich extrapolácii použiť pre výpočet parametrov vyradovania, ostatné rádiologické parametre musia doplniť experti z oblasti vyradovania na základe:

- analýzy technickej dokumentácie pre dané JZ,
- inšpekcie a rádiologickej charakterizácie na mieste,
- odberom a analýzou reprezentatívnych vzoriek materiálov,
- výpočtami kontaminácie a príkonu dávok v priestoroch JE a pri zariadeniach,
- výpočtami neutrónového toku a aktivácie materiálov.

Uvedený modul inventárnej databázy pre vyradovanie v rámci elektrárenského informačného systému by mal byť k dispozícii v dostatočnom časovom predstihu pred výberom optimálneho variantu vyradovania, ktorý bude základom pre tvorbu finálneho detailného plánu vyradovania. Ak sa predpokladá určitá periodickosť aktualizácie plánu vyradovania [16], takýto modul inventárnej databázy by mal byť k dispozícii aspoň 2-3 aktualizácie pred výberom optimálneho variantu vyradovania, aby sa včas odladili všetky potrebné väzby medzi modulmi elektrárenského informačného systému.

15.4.2 Príprava plánu etapy vyradovania

Plán etapy vyradovania spresňuje koncepčný plán, ktorý je spracovaný podľa predbežného koncepčného plánu vyradovania. Plán etapy vyradovania obsahuje :

- počiatočný a konečný stav jadrového zariadenia a plánované postupové a časové väzby činností na dosiahnutie konečného stavu JZ v danej etape, vrátane ich vplyvu na zamestnancov,
- opis histórie prevádzky jadrového zariadenia s uvedením predpokladaného využitia objektov a územia jadrového zariadenia po jeho vyradení,
- bezpečnostné rozboru činností vykonávaných počas etapy vyradovania, vrátane rozboru rádiologických a nerádiologických rizík overené nezávislou osobou (požiadavka § 26, písm. c) [2]),
- dokladovanie dostatočnej kapacity zariadení na nakladanie s vyhoretým jadrovým palivom a s rádioaktívnymi odpadmi a jej súladu so stratégiou a harmonogramom vyradovania,
- analýzu možných havarijných situácií a ich následkov,
- celkový inventár rádioaktívnych látok a iných nebezpečných materiálov na začiatku etapy vyradovania a spôsob jeho stanovenia vykonaný prednostne meraniami, výpočtami a v odôvodnených prípadoch odborným odhadom,
- spôsob zabezpečenia finančných prostriedkov potrebných na realizáciu opísaných činností s rozborom nákladov na jednotlivé činnosti vyradovania a nakladania s rádioaktívnymi odpadmi a s vyhoretým jadrovým palivom,
- výsledky kontroly radiačnej situácie po skončení prevádzky jadrového zariadenia alebo predchádzajúcej etapy vyradovania a návrh programu kontroly radiačnej situácie v priestoroch jadrového zariadenia i v jeho okolí po skončení etapy vyradovania,
- zoznam údajov o prevádzke jadrového zariadenia dôležitých pre etapu vyradovania,
- program kontrol a údržby zariadení zohľadňujúci zmeny na zariadeniach počas etapy vyradovania,

- požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia v danej etape vyradovania obsahujúce kvantifikáciu parametrov jadrovej bezpečnosti a spoľahlivosti.

15.4.3 Charakteristika etapy ukončovania prevádzky, príprava programu prác a opatrení na zabezpečenie jadrovej bezpečnosti počas ukončovania prevádzky

Plánovanie obdobia ukončovania prevádzky by malo začať počas prevádzky zariadenia. Prevádzkové predpisy, v závislosti od národných predpisov, môžu zostať v platnosti počas celého prechodu z prevádzky do etapy vyradovania. Počas obdobia ukončovania prevádzky je cieľom dostať zariadenie do stabilného stavu, eliminovať alebo zmierniť riziká a presunúť programy a finančné povinnosti podľa potreby z prevádzkovej do vyradovacej organizácie. Počas ukončenia prevádzky môže využiť prevádzkové skúsenosti pred tým ako sa stratia. Niektoré činnosti sa môžu uskutočniť v tomto období efektívnejšie a lacnejšie, ako keď budú odložené na neskôr.

Počas obdobia ukončovania prevádzky zariadenia činnosti naďalej zahŕňajú integrovaný systém riadenia bezpečnosti na všetkých úrovniach, aby sa zabezpečila ochrana pre pracovníkov, verejnosť, životné prostredie ako aj zariadenie. V dôsledku zníženého sledovania a údržby je počas obdobia ukončovania prevádzky, prípadne počas vyradovania, dôležitým cieľom udržiavať integrovaný a plynulý proces s odvolávaním sa na predchádzajúce prevádzkové obdobia. Je dôležité, aby dosiahnutý pokrok počas obdobia ukončovania prevádzky podporoval stratégiu vyradovania. Plánovanie obdobia ukončovania prevádzky je nevyhnutnou časťou celkového plánu a riadenia vyradovania.

Hlavným cieľom počas ukončovania prevádzky, okamžitej demontáže alebo ochranného uloženia je sústrediť sa na činnosti, ktoré efektívne podporujú proces z finančného hľadiska. Zo skúseností vyplýva, že je množstvo všeobecných úloh, ktoré sú vhodné vykonať počas obdobia ukončovania prevádzky. Tieto sa zaoberajú nerádioaktívnymi nebezpečenstvami, rádioaktivitou, odpadmi, izoláciou a hermetickými zónami, monitorovaním a kontrolou, opravou a inštaláciami ako aj dokumentovaním a značkováním komponentov.

Väčšina činností, ak nie všetky, sa využívajú pre zariadenia, ktoré sú v súčasnosti v prevádzke ako aj pre zariadenia, ktoré zastavili prevádzku a sú v podstate uzamknuté a/alebo opustené. Úlohou je určiť prechodné činnosti, ktoré sú vhodné pre konkrétne jadrové zariadenie predtým ako sa implementuje stratégia vyradovania.

Kľúčové ciele pri prechode zariadenia z prevádzky sú nasledovné [39]:

- a) Vytvoriť ukončovací a vyradovací plán zariadenia, ktorý bude zahŕňať koncové body a definovať požadované stavy.
- b) Urýchlené začatie činností zameraných na odstránenie alebo zmiernenie nebezpečenstva, začínajúcimi od tých, ktoré by sa mali uskutočniť nezávisle od následne zvolenej stratégie vyradovania.
- c) Dokončiť potrebné činnosti, aby sa splnili koncové body, pričom sa prihliada na zadané koncové body pre zmierňovanie a odstraňovanie nebezpečenstva a materiálov.
- d) Maximalizácia využitia a účinnosti súčasných prevádzkových vedomostí, personálu, operačného systému alebo programu na zníženie nebezpečenstva v zariadení, s dôrazom na procesy a systémy, pre ktoré sa vyžadujú výnimočné vedomosti a zručnosti.
- e) Vytvoriť účinné vzťahy medzi všetkými zainteresovanými skupinami, najmä medzi prevádzkovou a vyradovacou organizáciou, dodávateľmi a úradmi.
- f) Zmierniť sociálny dopad organizačných zmien.

- g) Zníženie nákladov dohľadu a údržby iných prechodných aktivít.
- h) Určiť požadované spracovanie, skladovanie, prepravu a uloženie pre všetky materiály a odpady.
- i) Skontrolovať rozpočet a financovanie pre konkrétne projekty vyradovania.
- j) Z začať prebiehajúci proces zmeny kultúry a zaviesť nové pracovné postupy a filozofie.

Predpokladaná radiačná situácia v miestnostiach kontrolovaného pásma v období ukončovania prevádzky jadrových blokov MO34 (t.j. po ukončení prevádzky reaktorov) je daná vyvezením VJP a RAO. Nevyskytujú sa tu štiepne materiály v množstve, ktoré by vyžadovalo analýzu kritickosti.

Za predpokladu, že počas prevádzkovania nedôjde k porušeniu stavebných bariér hermetických priestorov a k úniku rádioaktívnych látok do okolia, možno očakávať, že radiačná situácia v priestoroch vymedzených hranicami jadrového zariadenia sa prakticky nezmení v porovnaní so situáciou pred jeho prevádzkou. Počas celého obdobia prevádzkovania jadrových blokov bude priestor v bezprostrednom okolí systematicky monitorovaný. Po ukončení prevádzky blokov bude pokračovať monitorovanie radiačnej situácie na území JE aj počas vyradovania.

S postupom prác na vyradovaní JE sa znižuje inventár rádioaktívnych produktov vo vyradovanej elektrárni a mení sa tiež riziko ich únikov do okolia. Pri posudzovaní bezpečnosti vyradovania z prevádzky je možné uplatniť v zásade rovnaký princíp ako pri prevádzkovaní JE. Za normálne činnosti vyradovania je možné chápať situáciu, kedy prebiehajú všetky činnosti plánovaným spôsobom s definovaným (očakávaným) vplyvom na radiačnú ochranu a okolie vyradovanej JE. V súlade s týmto princípom sú neštandardnými činnosťami všetky udalosti, ktoré tento definovaný vplyv prekračujú.

Bezpečnostné kritériá, ktoré sa musia uplatňovať pri výkone všetkých činností vyradovania, tvoria základ bezpečnostných rozborov. Kritériá sú stanovené na ochranu personálu a obyvateľstva a sú založené na vyhodnotení nasledovných parametrov:

- efektívna dávka pre personál (individuálna a kolektívna),
- efektívna dávka pre obyvateľstvo,
- výpuste do ŽP,
- riziko z iných, nerádiologických škodlivých materiálov.

Medzi základné povinnosti držiteľa povolenia pre vyradovanie JZ bezprostredne sa týkajúce zaistenia bezpečného priebehu činností vyradovania patria nasledovné:

- musí byť prednostne kladený dôraz na bezpečnostné aspekty pred všetkými ostatnými aspektmi takýchto činností,
- zabezpečiť radiačnú ochranu, fyzickú ochranu, havarijnú pripravenosť vrátane ich overovania, pričom sa musí dosiahnuť taká úroveň jadrovej bezpečnosti, spoľahlivosti, bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti technických zariadení, ochrany zdravia pred ionizujúcim žiarením, fyzickej ochrany, havarijnej pripravenosti a ochrany pred požiarmi, aby riziko ohrozenia života, pracovného alebo životného prostredia bolo podľa dostupných znalostí také nízke, aké možno rozumne dosiahnuť, pričom nesmú byť prekročené limity ožiarovania,
- dodržiavať limity a podmienky bezpečnej prevádzky alebo limity a podmienky bezpečného vyradovania a ich porušenie, nedodržanie alebo prekročenie bezodkladne oznámiť kontrolnému úradu,
- umožniť nakladanie s jadrovými materiálmi, s rádioaktívnymi odpadmi a s vyhoretým jadrovým palivom len držiteľom povolení na nakladanie s nimi podľa zákona,

- poveriť výkonom pracovných činností len osoby spĺňajúce podmienky podľa Atómového zákona a u osôb vykonávajúcich činnosti podľa osobitného predpisu zabezpečiť overenie preverenia ich spôsobilosti podľa tohto osobitného predpisu,
- vypracovať predbežný vnútorný havarijný plán, vnútorný havarijný plán a havarijný dopravný poriadok, ako aj podklady pre plán ochrany obyvateľstva.

Základné bezpečnostné kritériá počas vyradovania JZ vychádzajú zo všeobecných zásad pre bezpečnú prevádzku JZ, ustanovených v Atómovom zákone [12].

Jadrová bezpečnosť v etape ukončovania prevádzky sa dosahuje realizáciou programu pre postupnú modifikáciu a ukončovanie prevádzky jednotlivých systémov JE. Tento program zaručuje bezpečnosť v JE pokiaľ je vyhoreté jadrové palivo prítomné v blokoch a taktiež zabezpečuje požadované vhodné rádio-hygienické podmienky počas celej doby ukončovania prevádzky až do stavu na začiatku I. etapy vyradovania.

Program je založený na analýze potreby prevádzky jednotlivých systémov v etape ukončovania prevádzky. Príkladom programu tohto typu je koncepcia pre ukončovanie prevádzky v JE V1 [40].

Štandardná stratégia vyradovania [2] predpokladá, že všetky historické a prevádzkové odpady sú spracované pred udelením licencie na vyradovanie. Súčasťou plánu nakladania s odpadmi počas vyradovania pre štandardné ukončenie prevádzky JE sú len odpady, ktoré vznikli iba v etape ukončovania prevádzky [41] v rámci prípravy JE na vyradovanie. Možnosť zaradenia nákladov pre nakladanie s týmito odpadmi do nákladov na vyradovanie je uvedené v zákone č. 391/2012 Z.z. § 9 (Použitie finančných prostriedkov jadrového fondu) [41].

15.4.4 Schvaľovací proces pre vyradovanie

Po ukončení prevádzky jadrového zariadenia MO34, je držiteľ povolenia na prevádzku povinný zabezpečiť vyradovanie. Za vyradovanie zodpovedá držiteľ povolenia na etapu vyradovania. Držiteľ povolenia na prevádzku je povinný pred plánovaným odstavením jadrového zariadenia na účel ukončenia prevádzky predložiť dokumentáciu tak, aby vyhovovala požiadavkám na obsah koncepčného plánu vyradovania. Povolenie na etapu vyradovania vydá ÚJD SR na základe písomnej žiadosti doloženou nasledovnou dokumentáciou podľa Prílohy 1, písm. D Zákona č. 541/2004 Z.z. [12]:

- a) limity a podmienky bezpečného vyradovania,
- b) dokumentácia systému kvality a požiadavky na kvalitu JZ,
- c) vnútorný havarijný plán,
- d) plán etapy vyradovania,
- e) koncepcia vyradovania pre obdobie po skončení povoľovanej etapy vyradovania,
- f) plán fyzickej ochrany,
- g) plán nakladania a prepravy RAO a plán nakladania s konvenčným odpadom z vyradovania,
- h) zabezpečenie finančného krytia zodpovednosti za jadrovú škodu,
- i) program kontrol vybraných zariadení,
- j) prevádzkové predpisy určené ÚJD SR,
- k) programy odbornej prípravy zamestnancov,
- l) programy prípravy vybraných zamestnancov,

- m) programy prípravy odborne spôsobilých zamestnancov,
- n) doklady o splnení kvalifikačných požiadaviek vybraných zamestnancov a odborne spôsobilých zamestnancov,
- o) plán ochrany obyvateľstva v oblasti ohrozenia,
- p) zmeny hraníc jadrového zariadenia,
- q) zmeny veľkosti oblasti ohrozenia jadrovým zariadením,
- r) kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried.

Pre vybraný variant vyradovania sa vypracuje plán etapy vyradovania. Plán etapy vyradovania spresňuje koncepčný plán vyradovania a obsahuje [2]:

- počiatočný a konečný stav jadrového zariadenia a plánované postupové a časové väzby činností na dosiahnutie konečného stavu jadrového zariadenia v danej etape vrátane ich vplyvu na zamestnancov jadrového zariadenia a okolie jadrového zariadenia,
- opis histórie prevádzky jadrového zariadenia s uvedením predpokladaného využitia objektov a územia jadrového zariadenia po jeho vyradení,
- bezpečnostné rozbory činností vykonávaných počas etapy vyradovania vrátane rozboru rádiologických a nerádiologických rizík overené nezávislou osobou (požiadavka § 26, písm. c) [2]),
- dokladovanie dostatočnej kapacity zariadení na nakladanie s vyhoretým jadrovým palivom a s rádioaktívnymi odpadmi a jej súladu so stratégiou a harmonogramom vyradovania,
- analýzu možných havarijných situácií a ich následkov,
- celkový inventár rádioaktívnych látok a iných nebezpečných materiálov na začiatku etapy vyradovania a spôsob jeho stanovenia vykonaný prednostne meraniami, výpočtami a v odôvodnených prípadoch odborným odhadom,
- spôsob zabezpečenia finančných prostriedkov potrebných na realizáciu opísaných činností s rozborom nákladov na jednotlivé činnosti vyradovania a nakladania s rádioaktívnymi odpadmi a s vyhoretým jadrovým palivom,
- výsledky kontroly radiačnej situácie po skončení prevádzky jadrového zariadenia alebo predchádzajúcej etapy vyradovania a návrh programu kontroly radiačnej situácie v priestoroch jadrového zariadenia i v jeho okolí po skončení etapy vyradovania,
- zoznam údajov o prevádzke jadrového zariadenia dôležitých pre etapu vyradovania,
- program kontrol a údržby zariadení zohľadňujúci zmeny na zariadeniach počas etapy vyradovania,
- požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia v danej etape vyradovania obsahujúce kvantifikáciu parametrov jadrovej bezpečnosti a spoľahlivosti.

Všetky činnosti spojené z uvoľňovaním lokality musia byť v súlade so schváleným plánom vyradovania a musia byť patrične zdokumentované. Uvoľňovanie lokality by malo obsahovať nasledujúce zložky:

- charakteristika územia (presné hranice lokality schválené ÚJD SR),
- koncový stav - ďalšie využívanie lokality (bezpečnostné kritéria a kritéria pre uvoľňovanie lokality spod kontroly),
- popis návrhu aktivít súvisiacich s uvoľňovaním lokality s časovým harmonogramom,
- popis činností vykonaných pre ochranu pracovníkov a obyvateľstva,
- bezpečnostné hodnotenie vplyvu vykonávaných činností na životné prostredie,

- postup odberov a vyhodnocovania vzoriek pre preukázateľnosť splnenia podmienok na uvoľnenie,
- zabezpečenie systému kvality,
- ocenenie parametrov uvoľňovania lokality,
- havarijné plánovanie,
- zabezpečenie monitoringu počas procesu uvoľňovania lokality.

Predpokladaný postup [14] pri uvoľňovaní lokality JE MO34 bude neobmedzené uvoľnenie lokality, pokiaľ v priebehu prevádzky JE MO34 nevznikne iná situácia. Základné body postupu pri uvoľňovaní lokality JE MO34 budú nasledovné:

- vypracovanie plánu pre uvoľnenie lokality,
- súhlas dozorného orgánu s plánom uvoľňovania lokality,
- realizácia nápravných opatrení podľa plánu,
- vykonanie záverečného rádiologického prieskumu,
- vypracovanie záverečnej správy,
- rozhodnutie dozorného orgánu o uvoľnení lokality na základe predloženej záverečnej správy a nezávislých rádiologických meraní v lokalite.

Na etapu vyradovania jadrovej elektrárne je nevyhnutné podľa zákona č. 87/2018 Z.z. (zákon o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov [43]) predložiť na ÚVZ SR dokumentáciu a získať vydanie niektorých povolení ÚVZ SR v závislosti od vykonávaných činností. Dokumentácia predkladaná na ÚVZ SR môže v praxi predstavovať časti dokumentácie predkladanej za účelom získania povolenia na etapu vyradovania na ÚJD SR a vybranými časťami vnútornej dokumentácie prevádzkovateľa elektrárne.

Súčasťou predkladanej dokumentácie je aj zhrňujúci dokument popisujúci na ktoré činnosti sa povolenie od ÚVZ SR žiada a aká dokumentácia sa predkladá.

Ako príklad môže slúžiť získanie povolenia podľa § 28 ods. (1), písm. a) na etapu vyradovania JZ na vykonávanie činností ako realizácia projektových zmien a modifikácií KP; provizória, manipulácie a zabezpečenie zariadení v rámci realizácie týchto projektových zmien a modifikácií KP; pochôdzková kontrola a údržba bariér v rámci KP; odoberanie, spracovanie a analýza vzoriek materiálov a médií kontaminovaných rádionuklidmi na účely hodnotenia technologických procesov; používanie, kontrola, údržba a oprava a skladovanie manipulátorov, prístrojov a technologických zariadení a častí technologických zariadení kontaminovaných rádionuklidmi ktoré vznikli pri činnosti jadrových reaktorov; dekontaminácia povrchu kontaminovaných pracovníkov; pranie pracovnej bielizne, odevov a ochranných prostriedkov kontaminovaných rádionuklidmi; činnosti súvisiace so zabezpečením trvalého podtlaku z dôvodu zamedzenia šírenia kontaminácie v priestoroch KP počas výkonu akýchkoľvek činností; a pod. Dokumentácia k žiadosti o vydanie vyššie uvedeného povolenia musí obsahovať (zákon č. 87/2018 Z.z., Príloha 6, bod I., písm. B [43]):

- a) program etapy vyradovania,
- b) program zabezpečovania kvality radiačnej ochrany počas etapy vyradovania JZ,
- c) monitorovací plán,
- d) návrh na vymedzenie sledovaného pásma, kontrolovaného pásma a pásma s obmedzeným prístupom,
- e) prevádzkové predpisy určené úradom,

- f) zhodnotenie predpokladaného množstva a druhu rádioaktívne kontaminovaných materiálov ktoré sa budú odvádzať do životného prostredia a zhodnotenie predpokladanej záťaže obyvateľov,
- g) zhodnotenie množstva, druhu a aktivity vyprodukovaných rádioaktívnych odpadov,
- h) predpokladaný počet pracovníkov a zhodnotenie ich radiačnej záťaže,
- i) limity a podmienky bezpečného vyradovania podľa osobitného predpisu,
- j) vnútorný havarijný plán podľa osobitného predpisu,
- k) koncepcia vyradovania pre obdobie po skončení povoľovanej etapy podľa osobitného predpisu,
- l) plán nakladania a prepravy rádioaktívnych odpadov a plán nakladania s konvenčným odpadom z vyradovania podľa osobitného predpisu,
- m) plán ochrany obyvateľstva krajov v oblasti ohrozenia podľa osobitného predpisu,
- n) zmeny hraníc jadrového zariadenia podľa osobitného predpisu,
- o) zmeny veľkosti oblasti ohrozenia jadrových zariadení podľa osobitného predpisu,
- p) organizačnú štruktúru zriadeného útvaru radiačnej ochrany.

Ďalšími príkladmi povolení o ktoré bude musieť prevádzkovateľ jadrovej elektrárne žiadať ÚVZ SR (zákon 87/2018 Z.z., § 28, ods. (1), písm. c), d) e) [43]) sú nasledujúce:

- povolenie na nakladanie s vyhoretým jadrovým palivom a nakladanie s rádioaktívnym odpadom vrátane zberu, triedenia, skladovania, spracovania, úpravy na uloženie a ukladania rádioaktívneho odpadu,
- povolenie na prepravu rádioaktívnej látky alebo štiepnej látky, rádioaktívneho žiariča, rádioaktívneho odpadu, vyhorelého jadrového paliva a rádioaktívne kontaminovaných predmetov, ktoré pre ich aktivitu nemožno uvoľniť spod administratívnej kontroly v areáli jadrového zariadenia
- povolenie na uvoľňovanie rádioaktívnych látok a rádioaktívne kontaminovaných predmetov, ktoré vznikli alebo sa používali pri činnosti vedúcej k ožiareniu vykonávanej na základe povolení spod administratívnej kontroly (aj vypúšťanie rádioaktívnych látok do ovzdušia, povrchovej vody a kanalizácie).

Prevádzkovateľ jadrovej elektrárne bude musieť žiadať ÚVZ SR aj o povolenie na vykonávanie osobnej dozimetrie podľa § 29, ods. (1), písm. b) zákona [43].

LITERATÚRA

- [1] <http://www.seas.sk/elektrarne/jadrove-zariadenia/atomove-elektrarne-mochovce/>
- [2] Vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovenia dokumentácie jadrových zariadení k jednotlivým rozhodnutiam, v znení neskorších predpisov.
- [3] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1
- [4] Technical Reports series No. 399 Organization and Management for Decommissioning of Large Nuclear Facilities
- [5] Planning, managing and organizing the decommissioning of nuclear facilities: lessons learned
- [6] REISENWEAVER, D.W., The International Atomic Energy Decommissioning Concept, Proc. of an Int. Conf. on Safe Decommissioning for Nuclear Activities, Berlin
- [7] IAEA SAFETY STANDARDS SERIES Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors, SAFETY GUIDE No. WS-G-2.1
- [8] V. Daniška a kol., Lessons Learned from Application of the Standardised Cost Calculation Code OMEGA in Decision Making Processes and Planning in Decommissioning, International Conference on Lessons Learned from the Decommissioning of Nuclear Facilities and the Safe Termination of Nuclear Activities
- [9] International Structure for Decommissioning Costing (ISDC) of Nuclear Installations
- [10] Standard Format and Content for Safety Related Decommissioning Documents
- [11] Selection of decommissioning strategies: Issues and factors
- [12] Zákon č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov
- [13] Zákon č. 125/2006 Z. z. o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z. o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [14] Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices, IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, No. WS-G-5.1, Safety Guide, IAEA
- [15] J. Timulák a kol., Stratégia záverečnej časti jadrovej energetiky v SR
- [16] I. Reháč, V. Daniška. Metodológia hodnotenia a výberu najvhodnejšieho variantu vyradovania JZ z prevádzky. Etapa 4.2.2.2.1 Metodológia a kritériá pre porovnanie a výber jednotlivých variantov vyradovania JZ z prevádzky
- [17] V. Daniška a kol. Vyradovanie JE A1 z prevádzky po dosiahnutí radiačne bezpečného stavu
- [18] Aktualizácia koncepčného plánu vyradovania JE V-1 z prevádzky
- [19] Daniška V., Reháč I., Vaško M., Prítrský J., Bezák P., Krištofová K. Decommissioning cost calculation code based on proposed standardised list of items for costing purposes with integrated material and radioactivity flow control and integrated cost allocating system. In Proceedings of

ICEM'03 The 9th International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management

- [20] Daniška, V., Bezák, P., Matejovič, I., Novák, M., Ondra, F., Vaško, M., Prítrský, J., Tatranský, P., Zachar, M., Predbežný koncepčný plán vyradovania EMO 3,4
- [21] Vyhláška ÚJD SR č. 431/2011 Z.z. o systéme manažérstva kvality v znení neskorších predpisov
- [22] Vyhláška ÚJD SR č. 55/2006 Z. z. o podrobnostiach v havarijnom plánovaní pre prípad nehody alebo havárie, v znení neskorších predpisov
- [23] Vyhláška ÚJD SR č. 51/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na zabezpečenie fyzickej ochrany
- [24] Vyhláška ÚJD SR č. 52/2006 Z. z. o odbornej spôsobilosti, v znení neskorších predpisov
- [25] Vyhláška ÚJD SR č. 76/2018 Z.z. ktorou sa stanovujú špeciálne materiály a zariadenia, ktoré spadajú pod dozor Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky
- [26] Vyhláška ÚJD SR č. 48/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o spôsobe ohlasovania prevádzkových udalostí a udalostí pri preprave a podrobnosti o zisťovaní ich príčin, v znení neskorších predpisov
- [27] Vyhláška ÚJD SR č. 33/2012 Z.z. o pravidelnom, komplexnom a systematickom hodnotení jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení, v znení neskorších predpisov
- [28] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť, v znení neskorších predpisov
- [29] 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
- [30] Vyhláška ÚJD SR č. 54/2006 Z.z. o evidencii a kontrole jadrových materiálov a o oznamovaní vybraných činností
- [31] Vyhláška ÚJD SR č. 57/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách pri preprave rádioaktívnych materiálov, v znení neskorších predpisov
- [32] STN EN ISO 9000:2005. Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník.
- [33] STN EN ISO 9001:2008. Systémy manažérstva kvality. Požiadavky.
- [34] STN EN ISO 14001:2004 Systémy environmentálneho manažérstva.
- [35] STN ISO 10005:2005 Systémy manažérstva kvality.
- [36] Interné audity ISM a audity SMK dodávateľov
- [37] Nápravná a preventívna činnosť
- [38] Kontroly a skúšky
- [39] IAEA Technical Reports Series No. 420, Transition from Operation to Decommissioning of Nuclear Installations
- [40] Koncepcia ukončovania prevádzky JE V1

- [41] Zákon č. 391/2012, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 238/2006 Z.z. o Národnom jadrovom fonde na vyradovanie JZ a na nakladanie s VJP a RAO (zákon o jadrovom fonde) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení zákon č. 251/2012 Z. z. o energetike a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [42] Bezpečnostný návod Dokumentácia jadrových zariadení pri ich vyradovaní z prevádzky
- [43] Zákon č. 87/2018 o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [44] Požiadavka na kvalitu jadrového zariadenia 3.a 4 bloku JE Mochovce, Inžiniersko-projektové práce pre dostavbu MO 34
- [45] Inventárna vstupná databáza programu na výpočet parametrov vyradovania OMEGA
- [46] Bezpečnostný návod Rozsah a obsah bezpečnostnej správy

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 15-1	Zjednodušená schéma variantu 1	11
Obr. 15-2	Zjednodušená schéma variantu 2	12

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 15-1	Inventár RAO z vyradovania JE MO34	12
-----------	--	----