

REFERENČNÍ PROJEKT HLUBINNÉHO ÚLOŽIŠTĚ

*Příloha č. 3
Návrh vyřazování HÚ
z provozu*

EGP Invest, spol. s r. o. Uh. Brod

EGP Praha a. s.

Listopad 1999

t

Korektury textů

Správa úložišť radioaktivních odpadů, 2006

Referenční projekt

povrchových i podzemních systémů HÚ v hostitelském prostředí

granitových hornin v dohodnuté skladbě úvodního projektu

a hloubce projektové studie

Příloha č. 3

NÁVRH VYŘAZOVÁNÍ HÚ Z PROVOZU

<i>Objednatel:</i>	SÚRAO Praha
<i>Zhotovitel:</i>	EGP Invest, spol. s r. o. Uh. Brod
<i>Řešitelé:</i>	EGP Praha a. s.
<i>Autoři:</i>	Ing. Jitka Tarasová, Ing. Ilona Pospíšková, Ing. Josef Klumpar
<i>Zodpovědný pracovník řešitele:</i>	Ing. Jitka Tarasová

Obsah:

1	Úvod.....	5
1.1	Výklad pojmů	5
1.2	Seznam a vysvětlivky zkratk	10
1.3	Požadavky z hlediska legislativy na proces vyřazování z provozu.....	11
1.4	Strategie procesu vyřazování HÚ z provozu.....	14
1.5	Popis vybrané varianty vyřazování HÚ pro řešení v rámci referenčního projektu	20
1.6	Reference.....	20
2	Průkaz o finančním krytí vyřazování z provozu	21
3	Popis změn lokality v důsledku provozu HÚ.....	22
4	Limity a podmínky pro nakládání s radioaktivními odpady v průběhu vyřazování	23
5	Popis vybrané varianty procesu vyřazování HÚ z provozu.....	25
5.1	Výchozí údaje pro řešení vybrané varianty vyřazování	25
5.1.1	Základní výchozí údaje.....	25
5.1.2	Stručný popis stavební a technologické části	26
5.1.3	Inventář radioaktivních látek	29
5.2	Popis technologických postupů při vyřazování.....	37
5.2.1	Příprava k demontáži	37
5.2.2	Demontáž	45
5.2.3	Uzavření.....	53
5.2.4	Bilance, zpracování a úprava RAO.....	54
5.2.5	Zneškodnění neaktivních odpadů	57
5.2.6	Radiační kontrola.....	59
5.2.7	Radiační ochrana.....	61
5.3	Časový harmonogram vyřazování.....	63
5.4	Odhad nákladů.....	64
6	Problematika uvádění radionuklidů do životního prostředí.....	68
7	Program radiační ochrany a kontroly	68
7.2	Aplikace principů ALARA	69
7.2.1	Projektová příprava.....	69
7.2.2	Vyřazování.....	70
7.3	Zásady pracovních postupů.....	71
7.4	Rizika a opatření k jejich minimalizaci.....	71
7.5	Monitorování	73
7.5.1	Monitorování pracovního prostředí	73
7.5.2	Osobní dozimetrie.....	74
7.5.3	Evidence radioaktivních materiálů	74

7.5.4	Kontrola materiálů uvolňovaných do životního prostředí	75
7.5.5	Monitorování životního prostředí	75
8	Hodnocení radiační ochrany pracovníků	76
9	Hodnocení vlivu na obyvatelstvo a životní prostředí.....	77
9.1	Výpusti radioaktivních látek v průběhu vyřazování	77
9.2	Materiály uvolněné do životního prostředí	78
9.3	Radiační zátěž kritické skupiny obyvatelstva	78
10	Bezpečnostní rozbor	78
10.1	Bezpečnost v průběhu vyřazování.....	78
10.1.1	Mimořádné události s možnými radiačními následky	79
10.1.2	Ostatní rizika	81
10.2	Bezpečnost úložiště po uzavření	82
11	Vnitřní havarijní plán	83
12	Průkaz zajištění fyzické ochrany při vyřazování	84
13	Program zajištění jakosti	85
13.2	Zavedení systému jakosti pro proces vyřazování.....	85
13.3	Posouzení programu zabezpečování jakosti pro proces vyřazování ve vazbě na program zabezpečování jakosti při provozu HÚ.....	86
13.3.1	Požadavky na systém jakosti	86
13.3.2	Požadavky na náplň programů zabezpečování jakosti	86
13.3.3	Požadavky na zabezpečování jakosti vybraných zařízení	87
13.4	Působnost systému jakosti v procesu vyřazování.....	88
14	Závěrečná doporučení	88
15	Použitá literatura	89

1 Úvod

Součástí Referenčního projektu hlubinného úložiště je podle požadavků zadavatele projektu „Návrh vyřazování hlubinného úložiště z provozu“ podle Zákona č. 18/1997 Sb. (atomový zákon), dle bodu G Přílohy. Vzhledem k současnému stupni rozpracovanosti Programu vývoje hlubinného úložiště v podmínkách ČR nelze v rámci Referenčního projektu pracovat s konkrétní lokalitou pro budoucí hlubinné úložiště, z toho důvodu je „Návrh vyřazování hlubinného úložiště z provozu“ zpracován pouze pro referenční projekt navržený v hypotetické lokalitě. Tato skutečnost ovlivňuje rozsah a zpracování předkládané dokumentace, nicméně v předloženém návrhu jsou zahrnuty všechny dotčené oblasti požadované Atomovým zákonem.

1.1 Výklad pojmů

Úvodem jsou vysvětleny některé speciální i běžné pojmy používané při popisu procesu vyřazování HÚ z provozu. K vysvětlení jsou vybrány pouze klíčové pojmy, jejichž odlišný výklad by mohl způsobit nepochopení podstatné informace.

Ukončení provozu HÚ

Ukončení zavážení vyhořelého paliva a vysokoaktivních radioaktivních odpadů do podzemních ukládacích chodeb hlubinného úložiště. Ukládací chodby jsou utěšňovány po zaplnění v průběhu provozu.

Vyřazování HÚ

Činnosti, jejichž cílem je uvolnění jaderných zařízení po ukončení provozu k využití pro jiné účely nebo jejich vynětí z působnosti atomového zákona (dle definice atomového zákona). V případě HÚ se týká nadzemní části. Podzemní části se při vyřazování týkají činnosti ukládání RAO z procesu vyřazování a utěsnění podzemních prostor.

Uzavření HÚ

Jedná se o zakončení činností vyřazování hlubinného úložiště z provozu. Na základě zpracovaného programu uzavření úložiště (podmínky, požadavky, limity, mezní hodnoty a hodnoty stanovuje SÚJB) je prokázáno, že prostory úložiště jsou chráněny dostatečnými bariérami zabraňujícími šíření radionuklidů do okolí a že odpad je uložen trvalým způsobem. Po uzavření úložiště ručí za monitorování a kontrolu úložiště stát.

Program vyřazování HÚ

Popis jednotlivých technologických postupů procesu vyřazování (demontáže, dekontaminace, úpravy, přepravy, skladování VP a RAO - nakládání s RAO, program monitorování, fyzická ochrana atd.) s časovým harmonogramem, rozborů radiační ochrany, havarijních událostí a vlivu na životní prostředí.

Monitorování po uzavření

Monitorování po uzavření úložiště, tj. po ukončení procesu vyřazování z provozu.

Vnitřní technologické povrchy

Povrchy technologických systémů a okruhů (zařízení včetně potrubí) přicházející do kontaktu s kontaminovaným provozním médiem; většinou se jedná o kovové povrchy tvořené nerezavějící austenitickou ocelí, v menší míře uhlíkovou ocelí.

Vnější technologické povrchy

Povrchy technologických systémů a okruhů (zařízení včetně potrubí) nepřicházející do kontaktu s kontaminovaným provozním médiem; většinou se jedná o různorodé povrchy tvořené jak kovovými, tak nekovovými materiály (ocel, hliník, zinek a různé druhy epoxidových či epoxiesterových nátěrových systémů).

Předdemontážní dekontaminace technologických zařízení

Jedná se o dekontaminaci zejména vnitřních povrchů technologického zařízení "in situ" (okruhy a systémy), která předchází demontážím a má za cíl snížení úvazků efektivní dávky a možné kontaminace pracovníků provádějících demontáže.

Podemontážní dekontaminace technologických zařízení

Jedná se o dekontaminaci zařízení ve speciálních dekontaminačních uzlech. Jejím hlavním účelem je snížit kontaminaci demontovaných materiálů pro jejich efektivnější úpravu jako RAO, případně pro uvolnění do ŽP.

Podemontážní dekontaminace stavebních povrchů

Podemontážní dekontaminace stavebních povrchů, která se provádí na místě, zejména pak ostřikem, tamponováním nebo elektrolytickou dekontaminací a v závěrečné fázi bruslem kontaminovaného povrchu.

Stavební povrchy

Povrchy stavebních konstrukcí (podlahy, stěny a stropy místností) tvořené jak kovovými, tak nekovovými materiály (ocel, a různé druhy epoxidových či epoxiesterových nátěrových systémů).

Autonomní okruhy předdemontážní dekontaminace

Okruhy tvořené technologickým zařízením včetně potrubí a armatur, jehož vnitřní povrch je kontaminován radioaktivními látkami; okruhy mohou být buď "provozní" tzn. takové, které jsou přibližně ve stejném uspořádání využívány i v provozu, či "upravené" tj. takové, které jsou vytvořeny pomocí provizorií pouze pro účely předdemontážní dekontaminace.

Technologická bariéra

Konstrukce technologického zařízení, která brání úniku kontaminovaného média do vnitřních prostorů stavebních objektů; jedná se zejména o nádrže, čerpadla, potrubí, armatury a okruhy tvořené těmito zařízeními.

Stavební bariéra

Obvodové konstrukce stavebních objektů, uvnitř nichž se nachází aktivované či kontaminované technologické zařízení či stavební konstrukce, které mají za cíl zabránit únikům radioaktivních látek do ŽP.

Uvolnění do ŽP

Proces uvolňování materiálů k volnému využití (např. kovového materiálu do hutí, stavebního materiálu k recyklaci, nevyužitelného odpadu na skládky). Kontaminované materiály jsou uvolněny po předchozím zajištění snížení aktivity takového materiálu pod hodnoty předpokládaných uvolňovacích úrovní a jeho radiační kontrole.

Technologická provizoria

Technologická zařízení určená k dočasnému využívání v průběhu vyřazování; většinou se jedná o různá potrubní propojení pro zajištění přívodu či odvodu médií, dočasné přívody energií, dočasné větrání prostorů apod.

Stavební provizoria

Stavební konstrukce určené k dočasnému využívání v průběhu vyřazování. Většinou se jedná o různé ocelové konstrukce, příčky, otvory, prostupy pro zajištění přístupu pracovníků do určitých prostorů, manipulací s materiálem či vytvoření dočasných stavebních bariér.

Ozáření

Vystavení osob a životního prostředí ionizujícímu záření. (§ 2, písmeno b) zákona č. 18/1997 Sb)

Vnitřní ozáření

Ozáření osoby z radionuklidů vyskytujících se v těle této osoby, zpravidla jako důsledek příjmu radionuklidů požitím nebo vdechnutím. (§ 2 písmeno d) vyhlášky č. 184/1997 Sb)

Zevní ozáření

Ozáření osoby ze zdrojů ionizujícího záření, které se nacházejí mimo ni. (§ 2 písmeno e) vyhlášky č. 184/1997 Sb)

Osobní dávka

Souhrnné označení pro veličiny charakterizující míru zevního i vnitřního ozáření jednotlivé osoby, zejména efektivní dávku, úvazek efektivní dávky a ekvivalentní dávky v jednotlivých orgánech nebo tkáních. (§ 2 písmeno i) vyhlášky č. 184/1997 Sb)

Efektivní dávka E

Součet součinů váhových tkáňových faktorů a ekvivalentní dávky v ozářených tkáních nebo orgánech. (§ 3 písmeno b) vyhlášky č. 184/1997 Sb)

Ekvivalentní dávka H_T

Součin radiačního váhového faktoru a střední absorbované dávky v orgánu nebo tkáni, nebo součet takových součinů, jestliže pole ionizujícího záření je složeno z více druhů nebo energií. (§ 3 písmeno a) vyhlášky č. 184/1997 Sb)

(Absorbovaná) dávka D

Podíl střední sdělené energie, předané ionizujícím zářením látce v malém prostoru, a hmotnosti této látky dm . (ČSN ISO 31-10)

$$D = d \bar{\varepsilon}/dm$$

Jednotka: 1 Gy = 1 J/kg (1 rad = 0,01 Gy)

Dávkový ekvivalent H

Součin absorbované dávky D v uvažovaném bodě tkáně a jakostního činitele Q. (ČSN ISO 31-10)

$$H = D * Q$$

Jednotka: 1 Sv = 1 J/kg (1 rem = 0,01 Sv)

Úvazek efektivní dávky $E(\tau)$, popř. ekvivalentní dávky $H_T(\tau)$

Časový integrál příkonu efektivní dávky, popř. ekvivalentní dávky po dobu τ od příjmu radionuklidu; není-li uvedeno jinak, činí tato doba 50 roků pro příjem radionuklidů u dospělých a období do 70 let věku pro příjem radionuklidů u dětí; obdobně je definován také úvazek kolektivní efektivní, popř. ekvivalentní dávky. (§ 3 písmeno d) vyhlášky č. 184/1997 Sb)

Kolektivní efektivní, popř. ekvivalentní dávka

Součet efektivních, popř. ekvivalentních dávek všech jednotlivců v určité skupině. (§ 3 písmeno c) vyhlášky č. 184/1997 Sb)

Kritická skupina obyvatel

Modelová skupina osob, která je rozumně homogenní z hlediska ozáření z daného zdroje ionizujícího záření a dané cesty ozáření a charakterizující jednotlivce z obyvatelstva, kteří obdrží nejvyšší efektivní nebo ekvivalentní dávky danou cestou z daného zdroje. (§ 2 písmeno l) vyhlášky č. 184/1997 Sb)

Zdroj ionizujícího záření

Radionuklidový zářič, což je látka nebo předmět, které obsahují radionuklidy nebo jsou jimi znečištěny v míře vyšší, než stanoví prováděcí předpis (tj. Vyhláška č. 184/1997 Sb.) :

- (a) zařízení, které radionuklidový zářič obsahuje,
- (b) zařízení, při jehož provozu vznikají radionuklidy,
- (c) zařízení, při jehož provozu vzniká ionizující záření o energii větší než 5 keV (§ 2, písmeno c) zákona č. 18/1997 Sb).

Radiační ochrana

System technických a organizačních opatření k omezení ozáření osob a životního prostředí (§ 2, písmeno e) zákona č. 18/1997 Sb).

Radiační nehoda

Událost, která má za následek nepřipustné uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření nebo nepřipustné ozáření osob (§ 2, písmeno k) zákona č. 18/1997 Sb).

Radiační havárie

Radiační nehoda, která vyžaduje opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí (§ 2, písmeno l) zákona č. 18/1997 Sb).

Optimalizace radiační ochrany

Postupy k dosažení a udržení takové úrovně radiační ochrany, aby riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek. (§ 2 písmeno n) vyhlášky č. 184/1997 Sb).

1.2 Seznam a vysvětlivky zkratk

Seznam a vysvětlivky zkratk

ALARA	As Low As is Reasonably Achievable
ASŘTP	Automatický systém řízení technologického procesu
AZ	Atomový zákon
DF	Dekontaminační faktor
HIC	High integrity container
HS	Hygienická smyčka
HU	Hygienický uzávěr
HÚ	Hlubinné úložiště
ICRP	Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu
INES	International Nuclear Event Scale
ISO kontejner	Mezinárodně standardizovaný kontejner
KED	Kolektivní efektivní dávka
KP	Kontrolované pásmo
KRAO	Kapalné radioaktivní odpady
LaP	Limity a podmínky
MAAE (IAEA)	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
MaR	Měření a regulace
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
NO	Neaktivní objekty
OK	Ocelové konstrukce
PE	Polyetylén
PRAO	Pevné radioaktivní odpady
PS	Provozní soubor
PZJ	Program zabezpečování jakosti
RA	Radioaktivní
RAO	Radioaktivní odpady
RF	Redukční faktor objemový (pro RAO)
RK	Radiační kontrola
RÚ	Regionální úložiště
SK	Speciální kanalizace
SKŘ	Systém kontroly a řízení
SO	Stavební objekt
SOK	Stavební ocelová konstrukce
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SVP	Sklad vyhořelého paliva
UP	Ukončení provozu
ÚRAO	Úložiště radioaktivních odpadů

VAO	Vysokoaktivní odpady
VP, VJP	Vyhořelé palivo
VVER	Tlakovodní reaktor voroněžského typu
VZT	Vzduchotechnika
ŽP	Životní prostředí

1.3 Požadavky z hlediska legislativy na proces vyřazování z provozu

Legislativní základ pro oblast vyřazování jaderných zařízení nebo pracovišť se zdroji ionizujícího záření z provozu je dán Zákonem č. 18/97 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (Atomový zákon - AZ).

Tento zákon stanovuje zejména :

- působení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) jako státní správy a dozoru při využívání jaderné energie,
- podmínky pro vykonávání činností souvisejících s využíváním jaderné energie, činností vedoucích k ozáření a zásahů ke snížení ozáření,
- podmínky pro využívání jaderné energie a ionizujícího záření,
- nakládání s radioaktivními odpady.

Dle § 3 bod (2) e) SÚJB také stanovuje podmínky, požadavky, limity, mezní hodnoty a hodnoty pro vynětí z působnosti Atomového zákona. V případě HÚ se toto týká pouze nadzemní části. Podzemní části se při vyřazování týkají pouze činnosti spojené s ukládáním RAO z procesu vyřazování a utěsněním zbývajících podzemních prostor před uzavřením.

Státní úřad pro jadernou bezpečnost je tímto zákonem pověřen k vydávání povolení k různým činnostem souvisejícím s přípravou, výstavbou, provozem i vyřazováním JZ z provozu. Žádost o povolení musí být doložena dokumentací požadovanou pro jednotlivé povolované činnosti. Z pohledu procesu vyřazování z provozu je v jednotlivých povoleních požadováno :

- (a) **V dokumentaci pro povolení umístění** (dle bodu A Přílohy AZ) v rámci ZBZ zpracovat „návrh koncepce bezpečného ukončení provozu“.
- (b) **V dokumentaci pro povolení výstavby** (dle bodu B Přílohy AZ) v rámci PBZ zpracovat „koncepti bezpečného ukončení provozu a vyřazení z provozu, včetně likvidace radioaktivních odpadů“.
- (c) **V dokumentaci pro povolení uvedení do provozu** (dle bodu C a D Přílohy AZ) v rámci PPBZ zpracovat „návrh způsobu vyřazování z provozu a odhad nákladů na vyřazování z provozu (ověřený SÚRAO)“.

(d) V dokumentaci pro povolení vyřazování z provozu (dle bodu G Přílohy AZ) zpracovat :

1. průkaz o finančním krytí vyřazování z provozu,
2. popis změn lokality v důsledku provozu jaderného zařízení,
3. popis technologických postupů navržených pro vyřazování,
4. časový harmonogram vyřazování,
5. způsob demontáže, dekontaminace, zpracování, úpravy, přepravy, skladování a ukládání částí zařízení znečištěných radionuklidy (týká se pouze nadzemní části),
6. předpokládané radionuklidové složení a aktivity radionuklidů uváděných do životního prostředí a vzniklých radioaktivních odpadů (týká se pouze nadzemní části),
7. způsob nakládání s radioaktivními odpady, včetně jejich uložení,
8. limity a podmínky pro nakládání s radioaktivními odpady v průběhu vyřazování (schvaluje SÚJB), týká se odpadů z vyřazování nadzemní části,
9. bezpečnostní rozbor (schvaluje SÚJB),
10. rozsah a způsob měření a hodnocení ozáření zaměstnanců a osob a dále znečištění pracoviště a jeho okolí radionuklidy a ionizujícím zářením,
11. vnitřní havarijný plán (schvaluje SÚJB),
12. průkaz zajištění fyzické ochrany jaderného zařízení vyřazeného z provozu.

Prováděcí vyhláška pro oblast vyřazování z provozu není prozatím dopracována a schválena. Z pohledu vyřazování HÚ z provozu by měla především definovat požadavky spojené s uzavřením úložiště s průkazem uložení odpadu trvalým způsobem a dostatečných bariér zabraňujících šíření radionuklidů do okolí, zavedení programu monitorování po uzavření úložiště a s vyjmutím lokality z působnosti Atomového zákona (tj. specifika nadzemní a podzemní části HÚ).

Charakter činností prováděných při procesu vyřazování jaderných zařízení z provozu (v případě HÚ se dotýká pouze jeho nadzemní části) vyvolává potřebu dalších povolení SÚJB dle § 9 Atomového zákona :

- k uvádění radionuklidů do životního prostředí (§ 9(h)),
- k nakládání s radioaktivními odpady (§ 9(j)).

V dokumentaci pro povolení uvádění radionuklidů do životního prostředí (dle bodu H Přílohy AZ) je vyžadováno :

- (a) zdůvodnění uvedení radionuklidů do životního prostředí,

- (b) radionuklidové složení a aktivity radionuklidů uváděných do životního prostředí,
- (c) zhodnocení ozáření kritické skupiny obyvatel uvolněnými radionuklidy,
- (d) analýza možností kumulace radionuklidů v životním prostředí při jejich dlouhodobém vypouštění.

Podrobnosti pro uvádění radionuklidů do životního prostředí stanovují především § 5, § 32 Vyhl. č. 184/97 Sb.

V dokumentaci pro povolení nakládání s radioaktivními odpady (dle bodu J Přílohy AZ) je vyžadováno :

- (a) popis použitých zařízení a technologie,
- (b) údaje o původu, druhu, množství, radionuklidovém složení a aktivitě radioaktivních odpadů,
- (c) způsob sběru, třídění, skladování, zpracování, úprav a uložení radioaktivních odpadů,
- (d) předpokládané množství radionuklidů uvolňovaných do životního prostředí,
- (e) rozsah a způsob měření (program monitorování) a hodnocení ozáření zaměstnanců a osob a znečištění pracoviště a jeho okolí radionuklidy a ionizujícím zářením, (schvaluje SÚJB),
- (f) bezpečnostní rozbory,
- (g) vnitřní havarijní plán, (schvaluje SÚJB),
- (h) doklad o zvláštní odborné způsobilosti zaměstnanců a osob přímo řídících práce nebo vykonávajících další činnosti významné z hlediska radiační ochrany,
- (i) limity a podmínky bezpečného nakládání s radioaktivními odpady (schvaluje SÚJB).

S povolením k vyřazování jaderného zařízení z provozu souvisí další podmínky (§ 13 AZ) stanovené dalšími předpisy. Jedná se o následující :

- hodnocení vlivu na životní prostředí podle zvláštního zákona - § 13, bod (4) (Zákon ČR č. 244/1992 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí),
- program zabezpečování jakosti pro povolovanou činnost - § 13 (5) (Vyhl. č. 214/97 Sb. o zabezpečování jakosti při činnostech souvisejících s využíváním jaderné energie a činnostech vedoucích k ozáření a o stanovení kritérií pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd),
- schválení způsobu zajištění fyzické ochrany - § 13 (6) (Vyhl. č. 144/97 Sb.),
- schválení vnitřního havarijního plánu - § 13 (7) (Vyhl. č. 219/97Sb.) o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu).

Problematiku nakládání s radioaktivními odpady stanovuje především Hlava IV Zákona 18/97 Sb. a podrobnosti stanovuje Hlava 2 Vyhl. č. 184/97 Sb.

Dle § 25 Atomového zákona stát ručí za bezpečné ukládání všech radioaktivních odpadů, včetně monitorování a kontroly úložišť i po jejich uzavření.

Dle § 26 Atomového zákona zřizuje Ministerstvo průmyslu a obchodu pro zajišťování činností spojených s ukládáním radioaktivních odpadů Správu úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO) jako státní organizaci. Správa vykonává jednotlivé činnosti na základě povolení podle § 9 odst. 1.

Předmětem činnosti Správy je z pohledu vyřazování důležité zejména :

- nakládání s radioaktivními odpady,
- úprava vyhořelého nebo ozářeného jaderného paliva do formy vhodné pro uložení nebo následné využití,
- vedení evidence převzatých radioaktivních odpadů a jejich původců,
- zajištění a koordinace výzkumu a vývoje v oblasti nakládání s radioaktivními odpady,
- **kontrola rezervy držitelů povolení na vyřazování jejich zařízení z provozu,**
- poskytování služeb v oblasti nakládání s radioaktivními odpady.

Dle § 18, bod (1) e) je provozovatel jaderného zařízení povinen předávat SÚRAO údaje o krátkodobé a dlouhodobé tvorbě radioaktivních odpadů, vyhořelého jaderného paliva a další podklady pro stanovení výše a způsobu odvádění prostředků na jaderný účet.

Dle § 18, bod (1) h) je provozovatel jaderného zařízení povinen vytvářet pro zjištění vyřazování z provozu rovnoměrně rezervu tak, aby peněžní prostředky byly k dispozici pro potřeby přípravy a realizace vyřazování z provozu v potřebném čase a výši, v souladu s SÚJB schváleným návrhem způsobu vyřazování.

1.4 Strategie procesu vyřazování HÚ z provozu

Strategie procesu vyřazování je založena na co nejefektivnějším dosažení následujících cílů :

- Dosažení maximální rozumně dosažitelné bezpečnosti systému,
- Eliminace rizik pod úroveň rizika radiační havárie menší než 10^{-7} /rok,
- Dosažení co nejnižších nákladů při zachování postulované úrovně bezpečnosti,
- Variabilitě umožňující přizpůsobení novým podmínkám předvídatelným v předpokládaném časovém horizontu projektu,

- Aplikovatelnost nových technologií.

V jednotlivých fázích přípravy procesu vyřazování se základní strategická linie prohlubuje dle úrovně informací a dle požadavků legislativy na naplnění obsahu dokumentace potřebné pro schválení příslušné plánované činnosti.

1. Návrh koncepce bezpečného ukončení provozu předkládaný se žádostí pro povolení umístění úložiště jako součást zadávací bezpečnostní zprávy bude zaměřen na :
 - stanovení zásad ukončení provozu splňujících podmínku dostatečné úrovně radiační ochrany,
 - průkaz dosažení potřebné úrovně radiační ochrany známými technickými prostředky a zejména ověřenými vlastnostmi hostitelského prostředí,
 - specifikaci reálných možností dalšího zvýšení úrovně radiační ochrany a vytčení dalšího postupu k dosažení tohoto úkolu,
 - odhad nákladů pro vytváření potřebných finančních prostředků.
2. Koncepce bezpečného ukončení provozu a vyřazení z provozu předkládaná se žádostí o povolení výstavby jako součást předběžné bezpečnostní zprávy bude zaměřena na :
 - propracování zásad stanovených předchozím stupněm dokumentace do úrovně poskytující dostatečné popsání problematiky pro posouzení a prokázání technické realizovatelnosti,
 - průkaz dosažení vytčené úrovně radiační ochrany a kvantifikace vlivů na životní prostředí a obyvatelstvo vycházející z koncepce technického řešení,
 - rozpracování programu dalších prací směřujících k zvýšení úrovně radiační ochrany v hloubce a rozsahu umožňujícím technické zadání úkolů vyžadujících dlouhodobé vývojové práce,
 - upřesnění odhadu nákladů pro vytváření potřebných finančních prostředků.
3. Návrh způsobu vyřazování z provozu předkládaný jako součást předprovozní bezpečnostní zprávy se žádostí o povolení provozu úložiště bude zaměřen na :
 - variantní možnosti způsobu vyřazení z provozu zohledňující reálné v úvahu připadající důvody vyřazení,
 - propracování jednotlivých variant na základě konečného provedení stavby,
 - průkaz technické realizovatelnosti zvolených variant,
 - průkaz dosažení potřebné úrovně radiační ochrany a analýzu vlivů ionizujícího záření na životní prostředí a obyvatelstvo vycházející z provedení stavby a

jejího předpokládaného stavu po ukončení provozu a realizaci plánovaných opatření,

- další propracování programu následných prací směřujících k zvýšení úrovně radiační ochrany v hloubce a rozsahu umožňujícím upřesnění technických zadání úkolů vyžadujících dlouhodobé vývojové práce,
 - propočet finančních nákladů na proces vyřazování.
4. Projekční studie vyřazování prováděné průběžně během provozu úložiště budou zaměřeny na :
- využitelnost nových technologických postupů,
 - vyloučení časově překonaných variant a vypracování nových variant reagujících na nové podmínky a okolnosti,
 - zapracování výsledků probíhajících výzkumných a vývojových prací,
 - optimalizaci konečného technického řešení
 - rozvržení prací na etapy,
 - zpracování dílčích podkladů pro připravovaný projekt vyřazování,
 - upřesnění finančních prostředků pro optimální variantu vyřazení a jednotlivé etapy.
5. Zpracování dokumentace pro povolení jednotlivých etap vyřazování bude vycházet z :
- legislativních požadavků platných v době předkládání projektové dokumentace ke schválení,
 - koncepce založené v projektu a modifikované dle výsledku předchozích studií,
 - zadání založeného na optimální variantě,
 - ověřeného stavu úložiště v době ukončení provozu,
 - ověřeného stavu prostředí ovlivňovaného stavbou,
 - podkladů výzkumných a vývojových pracovišť,
 - podkladů dodavatelů specifikovaných zařízení, materiálů, technologických a stavebních prací.

Protože v současné době není k dispozici prováděcí předpis pro vyřazování jaderných zařízení z provozu byly v kapitole 1.1 Výklad pojmů postulovány (s respektováním požadavků Atomového zákona a s využitím literatury [1], [2], [3]) tři základní pojmy důležité pro konec životního cyklu hlubinného úložiště takto:

Ukončení provozu

Ukončení zavážení vyhořelého paliva a vysokoaktivních radioaktivních odpadů do podzemních ukládacích chodeb hlubinného úložiště. Ukládací chodby jsou utěšňovány po zaplnění v průběhu provozu.

Vyřazování

Činnosti, jejichž cílem je uvolnění jaderných zařízení po ukončení provozu k využití pro jiné účely nebo jejich vynětí z působnosti atomového zákona (dle definice atomového zákona). V případě HÚ se týká nadzemní části. Podzemní části se při vyřazování týkají činnosti ukládání RAO z procesu vyřazování a utěsnění podzemních prostor.

Uzavření

Jedná se o zakončení činností vyřazování hlubinného úložiště z provozu. Na základě zpracovaného programu uzavření úložiště (podmínky, požadavky, limity, mezní hodnoty a hodnoty stanovuje SÚJB) je prokázáno, že prostory úložiště jsou chráněny dostatečnými bariérami zabráňujícími šíření radionuklidů do okolí a že odpad je uložen trvalým způsobem. Po uzavření úložiště ručí za monitorování a kontrolu úložišť stát.

Výše uvedené definice odpovídají jak přístupu k této problematice v evropských zemích, tak výkladu Atomového zákona v ČR. Naplnit obsah těchto definic je v případě HÚ možné různým způsobem, kdy jednotlivé etapy se budou lišit rozsahem činností v nich realizovaných.

Pro rozhodnutí o ukončení provozu mohou být dva hlavní důvody :

- (a) Ukončení provozu v době, **kdy je vyčerpána kapacita hlubinného úložiště**. Provoz je ukončen tím, že již nebudou zaváženy do podzemních prostor VP a RAO od producentů těchto odpadů a může následovat vyřazování z provozu.
- (b) Ukončení provozu v době, kdy **není kapacita hlubinného úložiště vyčerpána**, ale v budoucnosti **nejsou předpokládány další zdroje**, jejichž odpady by bylo nutno ukládat do HÚ. Provoz je ukončen tím, že již nebudou zaváženy do podzemních prostor VO a RAO od producentů těchto odpadů a může následovat vyřazování z provozu.

Kromě ukončení provozu HÚ může být vyvoláno dočasné přerušení činnosti HÚ, které je dočasným ukončením provozu, po němž nenásleduje proces vyřazování z provozu. Tato potřeba může nastat v době, kdy **není kapacita hlubinného úložiště vyčerpána a v budoucnu jsou předpokládány další zdroje VP a RAO**. Jedná se o **přerušení provozu na určitou dobu**, kdy nebudou po delší období zaváženy nové VP a RAO. Podzemní prostory zaplněné jaderným palivem a radioaktivními odpady jsou utěšněny, je zajištěno monitorování prostor a okolí. V lokalitě zůstávají volné kapacity pro ukládání a je prováděno monitorování, po němž může být provoz znovu obnoven (nové povolení k provozu).

Případy ukončení provozu a) a b) mají shodný význam - ukončení zavážení VP a RAO do úložiště a zahájení procesu vyřazování.

Protože v koncepci provozu HÚ je uvažováno s ukládáním RAO z jeho provozu do podzemních prostor HÚ, je logické pro další úvahy o vyřazování a návrh technického řešení předpokládat, že RAO z vyřazování z provozu HÚ budou uloženy stejným způsobem.

Možné varianty vyřazování HÚ z provozu mají společný cíl, jímž je odstranění kontaminovaného materiálu z nadzemního areálu, utěsnění všech podzemních ukládacích chodeb včetně páteřní chodby pro zavážení VP a RAO, uzavření úložiště s průkazem uložení odpadu trvalým způsobem a dostatečných bariér zabráňujících šíření radionuklidů do okolí, zavedení programu monitorování po uzavření úložiště. Z definice Atomového zákona o vyřazování vyplývá, že se jedná o činnosti, jejichž cílem je uvolnění zařízení po ukončení provozu k využití pro jiné účely nebo vynětí z působnosti atomového zákona. Z účelu a technického řešení HÚ vyplývá, že tuto definici mohou splňovat pouze nadzemní části HÚ a to je v tomto případě cílem ukončení procesu vyřazování, tj. uzavření HÚ.

Možné varianty vyřazování se budou lišit pouze v časovém rozložení činností a v rozsahu prováděných činností v jednotlivých etapách. Dále uvádíme dvě varianty, které jsou z těchto vybrány jako okrajové - tzv. minimální a maximální varianta:

Varianta 1 - tzv. „minimální“

Etapy:

1. etapa - Příprava k demontáži
2. etapa - Demontáž
3. etapa - Uzavření

Jedná se o variantu, kdy vyřazování bude zahájeno bezprostředně po ukončení provozu HÚ a činnosti spojené s vyřazováním budou postupovat spojitě až k uzavření úložiště. V této variantě se nepředpokládají demontáže technologie neaktivních objektů a demolice stavby neaktivních objektů, ani demolice tzv. „čisté“ stavby aktivních objektů (po odstranění veškeré povrchové kontaminace).

V etapě přípravy k demontáži budou dle potřeby radiační ochrany personálu provedeny vnitřní předdemontážní dekontaminace (resp. proplach) vybraných technologických zařízení aktivní zóny nadzemní části HÚ a zpracovány odpady z těchto činností s využitím provozní technologie zpracování RAO. Odpady budou ukládány do podzemní části HÚ. Monitorování radiační situace bude vycházet z řešení za normálního provozu a bude prováděno stávajícími prostředky RK (dle potřeby inovovanými). V tomto období bude probíhat příprava programu radiační ochrany, který bude zohledňovat specifika činností při vyřazování (kategorizace pracovišť demontáží, zpracování a úprava RAO, sledování vlivu na okolí ap.). Budou prováděny realizace technologických systémů pro potřeby demontáží (el. napájení, finální

zpracování RAO - fragmentace, popř. podemontážní dekontaminace, vybavení uzlu RK, pracoviště pro uvolňování materiálu do ŽP ap.

V etapě demontáží budou prováděny demontáže technologického zařízení v objektech aktivní zóny nadzemní části HÚ, nezbytné podemontážní dekontaminace technologického zařízení a stavebních povrchů, zpracování a úprava radioaktivních odpadů, monitorování radiační situace ve všech oblastech činností při vyřazování (zejména při demontážích, zpracování a úpravě pevných radioaktivních odpadů), kontrola materiálu při demontážích - před uvolněním do ŽP a stavebních povrchů. Bude realizován program radiační ochrany.

Vyřazování bude ukončeno uzavřením úložiště, kdy budou po odstranění všech kontaminovaných materiálů (uložení do podzemní části HÚ) utěsněny zbývající podzemní chodby (ukládací prostory pro RAO z vyřazování a páteřní zavážecí chodba). Na závěr bude podle zpracovaného programu uzavření úložiště prokázáno, že prostory úložiště jsou chráněny dostatečnými bariérami zabraňujícími šíření radionuklidů do okolí a že odpad je uložen trvalým způsobem.

V lokalitě zůstávají stavební objekty nadzemní části HÚ, včetně tzv. „čisté“ stavby aktivní zóny. Jsou odstraněna technologická zařízení aktivní zóny nadzemní části HÚ. V lokalitě dále zůstávají zařízení potřebná z důvodu monitorování podzemní části úložiště po jeho uzavření.

Varianta 2 - tzv. „maximální“

Tato varianta se bude lišit od varianty 1 pouze v rozšíření prováděných činností a případně prodloužení doby vyřazování z důvodu případného období monitorování před uzavřením úložiště pro potvrzení stabilizované radiační situace po uložení posledních VP a RAO v HÚ. Etapy varianty 2 jsou stejné jako u varianty 1.

Rozšířením činností je odstranění veškerých technologických zařízení a stavebních objektů (aktivních i neaktivních) z lokality, tzn. demontáže technologických systémů v neaktivních objektech, demolice neaktivních objektů a demolice „čisté“ stavby aktivních objektů.

Vyřazování bude ukončeno uzavřením úložiště, kdy budou po odstranění všech kontaminovaných materiálů (uložení do podzemní části HÚ) utěsněny zbývající podzemní chodby (ukládací chodba pro RAO z vyřazování a páteřní zavážecí chodba). Na závěr bude podle zpracovaného programu uzavření úložiště prokázáno, že prostory úložiště jsou chráněny dostatečnými bariérami zabraňujícími šíření radionuklidů do okolí a že odpad je uložen trvalým způsobem. Z lokality jsou odstraněna veškerá technologická zařízení, jsou odstraněny stavební objekty nadzemní části HÚ, včetně tzv. „čisté“ stavby aktivní zóny. V lokalitě zůstávají pouze zařízení potřebná z důvodu monitorování podzemní části úložiště po jeho uzavření. Je provedena úprava terénu.

1.5 Popis vybrané varianty vyřazování HÚ pro řešení v rámci referenčního projektu

Lze předpokládat, že součástí dokumentace k povolení provozu HÚ bude zpracována variantní studie vyřazování, ve které bude podrobněji rozpracováno více variant, aby bylo možno na základě jejich charakteristických ukazatelů vybrat variantu optimální. Pro referenční projekt HÚ byla vybrána k podrobnějšímu rozpracování Varianta 1, která obsahuje všechny činnosti požadované Atomovým zákonem a prováděcími vyhláškami a končí uzavřením HÚ a vynětím nadzemní části z působnosti Atomového zákona. Jedná se o variantu okamžitého plánovaného vyřazování s úplnou demontáží technologie aktivních objektů nadzemní části HÚ a dekontaminace stavebních povrchů na úroveň vyhovující pro vyjmutí z působnosti Atomového zákona (bez odstranění stavby). Podrobnější popis této varianty je uveden v kapitole 5.

1.6 Reference

Seznam dokumentace relevantní problematiky zpracované v EGP

1. Variantní studie "Vyřazování JE A1 z provozu", prosinec 1989
2. Studie "Vyřazování JE A1 z provozu" v členění úvodního projektu, prosinec 1990
3. Rekonstrukce JE V1 Jaslovské Bohunice, Předdemontážní dekontaminace, demontáže, EGP září 1992
4. Studie vyřazování jaderné elektrárny Temelín z provozu, EGP Praha, červen 1995
5. Návrh způsobu a odhad nákladů na vyřazování z provozu JE Temelín, listopad 1998

Seznam dokumentace relevantní problematiky - subdodávka EGP

1. Projektová studie "Vyřazování JE V1 z provozu", Decom Trnava, EGP Praha, VÚJE Trnava, EBO Jaslovské Bohunice, prosinec 1991
2. Projektová studie "Vyřazování JE V1 z provozu" - variantní řešení, Decom Trnava, EGP Praha, VÚJE Trnava, EBO Jaslovské Bohunice, prosinec 1992
3. Studie "Vyřazování JE Paks z provozu", Decom Trnava, EGP Praha, VÚJE Trnava, EBO Jaslovské Bohunice, listopad 1993
4. Studie vyřazování JE Dukovany z provozu, EGP Invest Uherský Brod, Decom Trnava, EGP Praha, 1997 (konzultační činnost)

Seznam dokumentace podobné a příbuzné problematiky zpracované v EGP

1. Variantní studie dekontaminace odpadních vod z JE A1 a PS 44, EGP říjen 1989
2. Projekt vitrifikace chrompiku z JE A1, EGP červen 1991

3. Projekt likvidace dowthermu z JE A1, EGP září 1991
4. JE A1, Bezpečnostní zpráva, EGP listopad 1991
5. Oprava obj. 41 JE A1 - Dekontaminace, Technické řešení dekontaminace pro rekonstrukci nádrží obj. 41, EGP únor 1992
6. Projekt EBO JE A1, Sklad vitrifikátu, Výpočty radiační situace, posouzení seismické odolnosti obj. 30, EGP prosinec 1992
7. Centrální sklad vyhořelého paliva v ČR, Vyřazení skladu z provozu, EGP červen 1993
8. PBZ JE Temelín, 1995
9. Zadávací bezpečnostní zpráva pro SVP Dukovany, duben 1998

2 Průkaz o finančním krytí vyřazování z provozu

Dle Atomového zákona §26 je zřízena Správa úložišť radioaktivních odpadů (jako státní organizace) - SÚRAO. Činnosti správy jsou financovány z prostředků zúčtovacího účtu, tzv. jaderný účet, který spravuje Ministerstvo financí. Předmětem činností SÚRAO je mimo jiné kontrola rezervy držitelů „povolení“ na vyřazování jejich zařízení z provozu. Dle §26, bod (6) SÚRAO vykonává právo hospodaření s majetkem státu a účtuje o něm ve svém účetnictví. V případě HÚ bude SÚRAO jeho provozovatelem a tudíž bude vytvářet finanční rezervu na vyřazování, která bude součástí jaderného účtu. SÚRAO je povinna stanovit výši rezervy pro vyřazování a provést ověření stanovených nákladů. Pro stanovení finanční rezervy a ověření nákladů je nutno zpracovat potřebné podklady a cenové kalkulace všech činností zahrnutých do odhadu nákladů. Cenové kalkulace musí být provedeny v cenách aktuálních v roce žádosti o ověření.

Do nákladů na vyřazování (vytvářející rezervy) je nutné rovněž zahrnout náklady na vývojové a projektové práce potřebné pro realizaci činností vyřazování, které je nutno čerpat ještě před vydáním povolením SÚJB k vyřazování z provozu. Z toho důvodu je potřebné v podkladech pro stanovení rezervy tyto náklady oddělit od nákladů na realizaci vyřazování, aby bylo možno je z jaderného účtu čerpat před zahájením vyřazování.

Předpokládaná dokumentace prokazující finanční krytí vyřazování HÚ by měla obsahovat :

1. Výčet výše a délky odvodů na jaderný účet
2. Stav účtu, přehled čerpání před vydáním povolení k vyřazování
3. Srovnání s výší odhadovaných nákladů na vyřazování, ze kterých byla stanovována rezerva

Pro možnost posouzení průkazu finančního krytí bude dokumentace obsahovat :

- (a) Popis hlubinného úložiště radioaktivních odpadů, situační plán lokality, předpokládaný termín zahájení vyřazovacích činností.
- (b) Popis technologických postupů navrhovaných pro vyřazování HÚ z provozu (např. dekontaminace, demontáž, zpracování, úprava, skladování, apod.
- (c) Časový harmonogram vyřazování.
- (d) Předpokládané radionuklidové složení, množství a aktivita radioaktivních odpadů vzniklých při vyřazování.
- (e) Způsob shromažďování, třídění, zpracování, úpravy, skladování a přepravy radioaktivních odpadů při vyřazování HÚ.
- (f) Odhad finančních nákladů na vyřazování a činnosti spojené s vyřazováním. (Cenové kalkulace musí obsahovat pro jednotlivé vyřazovací činnosti včetně nakládání s radioaktivními odpady cenu za měrnou jednotku, počet uvažovaných měrných jednotek a celkovou cenu. Uvažovaná cena za měrnou jednotku musí být dokladována.)

3 Popis změn lokality v důsledku provozu HÚ

V popisu změn lokality v důsledku provozu HÚ bude nutno provést srovnání stavu lokality po ukončení provozu vzhledem k jejímu stavu před zahájením jeho provozu. Předpokládá se, že za provozu HÚ nedojde k mimořádným událostem, které by zásadním způsobem ovlivnily předpokládaný vliv provozu HÚ na lokalitu a provoz bude ukončen normálním způsobem.

V referenčním projektu HÚ byla zvolena hypotetická lokalita staveniště v souladu s podmínkami definovanými vyhláškou č. 215/1997 Sb. To znamená, že geologické a hydrogeologické podmínky garantují dlouhodobou stabilitu díla a zachování potřebných bariér bránících unikům radionuklidů z uložených radioaktivních materiálů do životního prostředí. Zásah do krajiny způsobený výstavbou a následným provozem zařízení nenarušuje zásadním způsobem ostatní požadavky na funkční využití území.

Modelová lokalita byla vybrána v relativně řídké osídleném území republiky, v nejbližším okolí v okruhu cca 3 km se nenachází větší obce a průmyslové aglomerace. V nejbližším okolí se netěží žádné nerostné suroviny a ani se zde nevyskytují žádná dosud nevyužívaná naleziště. Pozemky jsou využívány částečně pro zemědělské účely a částečně jsou zalesněny. Zájmové území není chráněnou přírodní ani kulturní rezervací. Nevyskytují se zde ohrožené druhy flóry a fauny. Terén je mírně zvlněný a nemá návaznost na chráněné vodní zdroje.

Vyhodnocení stavu lokality před zahájením vyřazování bude provedeno porovnáním se stavem při zahájení provozu a hodnoceny budou zejména následující oblasti vlivu lokality na okolí :

- geologické a hydrologické podmínky (na základě geologických průzkumů porovnání stavu před zahájením provozu a po jeho ukončení),
- klimatické podmínky (změny kvality ovzduší, prašnosti, teplot, srážek, rychlostí a směrů větru ap.),
- vliv na životní prostředí (zhodnocení stavu půdního fondu a lesních porostů, vliv na množství vody, kvality vody, dopravní struktury - hustota silniční a železniční dopravy ap.),
- vliv na flóru a faunu (ovlivnění struktury rostlinného systému a ovlivnění výskytu živočišných druhů),
- vliv na obyvatelstvo (počet obyvatel v okolí, dopravní zátěž, stavební ruch, hluk, dlouhodobý zábor území, sociální a ekonomické důsledky, radiační vlivy, psychologické aspekty vyplývající z vědomí přítomnosti jaderného zařízení v blízkosti obydlí ap.),
- rozsah a uspořádání stavby (zhodnocení uspořádání areálu a jeho velikosti, rozmístění jednotlivých objektů, transportní cesty, vliv na estetické kvality a rekreační využití území, ap.),
- požadavky na kácení zeleně (zda v průběhu provozu došlo z jeho potřeb ke snížení stavu zeleně v lokalitě a vynětí odpovídající plochy staveniště z lesního půdního fondu),
- zábor zemědělského a lesního půdního fondu (změna v záboru v průběhu provozu HÚ),
- požadavky na územně technické podmínky a koordinace (příjezdy silniční, resp. železniční, elektrické vedení, telefonní sítě, odvodnění srážkových vod ap.),
- podmíněné nebo vyvolané investice, bilance zemních prací, depónie, zemníky, požadavky na konečné úpravy území, ozelenění a jiné úpravy nezastavěných ploch (zhodnocení po ukončení provozu).

4 Limity a podmínky pro nakládání s radioaktivními odpady v průběhu vyřazování

V dokumentaci pro povolení vyřazování z provozu (dle bodu G Přílohy AZ) je požadováno zpracovat limity a podmínky pro nakládání s radioaktivními odpady v průběhu vyřazování, které schvaluje SÚJB. Limity a podmínky bezpečného nakládání s radioaktivními odpady požaduje §27 Vyhl. č. 184/97 Sb., stanovují se na základě bezpečnostních rozborů a zahrnují :

- (a) údaje o přípustných parametrech, při kterých je zajištěna jaderná bezpečnost a radiační ochrana tohoto nakládání,

- (b) způsoby a lhůty měření a hodnocení parametrů,
- (c) požadavky na provozní schopnost zařízení pro nakládání s radioaktivními odpady,
- (d) požadavky na nastavení ochranných systémů zařízení,
- (e) limity podmiňujících veličin,
- (f) požadavky na činnost pracovníků a na organizační opatření vedoucí ke splnění všech definovaných podmínek pro projektované provozní stavy
- (g) nejvyšší přípustná skladovatelná nebo ukládaná množství radionuklidových zářičů.

Součástí limitů a podmínek pro ukládání radioaktivních odpadů na úložišti jsou příslušné podmínky přijatelnosti. Držitel povolení musí pravidelně vyhodnocovat plnění LaP bezpečného nakládání s RAO, nejméně však jednou za rok. (Body (2) a (3) §27 Vyhl. č. 184/97 Sb.

Předmětem LaP jsou technologické systémy zahrnující oblast pevných i kapalných radioaktivních odpadů, tj. jejich sběr a třídění, zpracování, úpravu, skladování a ukládání.

V případě HÚ budou schváleny LaP pro jeho provoz, včetně podmínek přijatelnosti ukládaných VP a RAO. Při vyřazování HÚ z provozu budou platné LaP pro provoz, protože budou využívány především provozní technologie zpracování RAO, které budou podle potřeb nových technologií dopracovány.

Pro kapalně RAO jsou v provozu uvažovány technologie odpařování a cementace, které budou při vyřazování využity. Doplnění LaP bude nutno pro kapalně RAO pouze v případě, že bude doplněna technologie na podemontážní dekontaminaci demontovaných aktivních zařízení z důvodu možnosti vývozu materiálu do ŽP. Detailní analýza této problematiky ukáže zda bude tato technologie efektivní a bude účelné ji realizovat.

Pro oblast pevných RAO bude nutno zpracovat doplnění, neboť demontáže kontaminovaných zařízení si vyžádají doplnění technologií na třídění, úpravu a skladování RAO (fragmentace, vybavení uzlu RK, pracoviště pro uvolňování materiálu do ŽP ap.)

Z hlediska podmínek přijatelnosti ukládaných radioaktivních odpadů z vyřazování budou platit stejné podmínky jako pro provoz.

5 Popis vybrané varianty procesu vyřazování HÚ z provozu

5.1 Výchozí údaje pro řešení vybrané varianty vyřazování

5.1.1 Základní výchozí údaje

Na základě technického řešení HÚ (popsáno v jiných částech referenčního projektu) a z úvah v kapitole 1 vyplývá:

1. Předmětem návrhu vyřazování jsou objekty aktivní zóny nadzemní části HÚ. Podzemní části se týká pouze ukládání RAO z procesu vyřazování a utěsnění podzemních prostor.
2. Ukončení provozu HÚ se předpokládá ukončením zavážení VP a RAO do podzemních prostor od producentů těchto odpadů po normálním provozním režimu - tj. v průběhu provozu nedošlo k mimořádné události, která by vedla k ukončení provozu.
3. Proces vyřazování pro případ ukončení provozu po mimořádné události není řešen ani hodnocen.
4. Zpracování, úprava a uložení provozních radioaktivních odpadů nejsou v návrhu zahrnuty. Zahrnuty jsou pouze odpady vznikající jako produkt při realizaci procesu vyřazování.
5. U všech zařízení (technologické systémy), která přicházejí do styku s radioaktivním médiem (horká komora, čištění kontaminovaných vod, cementace koncentráty ap.) bude provedena předdemontážní dekontaminace proplachem, popř. dekontaminace speciálními roztoky. K dekontaminaci budou použita jednak stávající provozní dekontaminační zařízení, popř. mobilní a speciální dekontaminační prostředky.
6. Demontáže zařízení jsou prováděny běžnými technickými prostředky pro dělení materiálu a prostředky údržby.
7. Stavební povrchy se dekontaminují po demontáži zařízení. Budou dekontaminovány všechny povrchy podlah místností, kde byly prováděny demontáže kontaminovaných zařízení technologie a transportní cesty demontovaného materiálu. Stěny a stropy (kromě povrchů s ocelovou vystýlkou) se nepředpokládají dekontaminovat. Případné potřeby dekontaminace stěn a stropů s vyššími povrchovými kontaminacemi způsobenými např. únikem RA média z technologických zařízení v důsledku netěsností apod. se předpokládají minimální, proto byly v této studii zanedbány. Všechny povrchy budou dekontaminovány na úroveň předepsanou pro prostory mimo kontrované pásmo, tj. 3000 Bq/m². [4]
8. Pro zpracování a úpravu RAO se budou uvažovat především technologie, které budou k dispozici z provozu (odpařování, lisování, cementace). Dále pak v průběhu

vyřazování bude vybaveno pracoviště pro zpracování a úpravu RAO dalšími technologiemi - třídění kontaminovaného materiálu, fragmentace, vybavení uzlu RK, pracoviště pro uvolňování materiálu do ŽP ap.

9. Pro zvýšení množství materiálu splňujícího podmínky pro vývoz do životního prostředí bude zvážena realizace dekontaminačního pracoviště podemontážní dekontaminace fragmentovaných částí demontovaných kontaminovaných dílů.
10. Jako základní limity pro uvolňování odpadů do životního prostředí jsou konzervativně voleny nejpřísnější uvolňovací úrovně (platné pro třídu nejtoxičtějších radionuklidů) – 300 Bq/kg, resp. 3000 Bq/m². [4]
11. Radioaktivní odpady z vyřazování budou uloženy v kontejnerech do podzemní části HÚ.
12. Demolice stavebních objektů nejsou v této variantě uvažovány.
13. Při ocenění nákladů na vyřazování byly použity ceny z cenové úrovně roku 1998 a odborné odhady vycházející ze zkušeností realizace JE Temelín a provozu JE Dukovany.

5.1.2 Stručný popis stavební a technologické části

Stavba je určena pro trvalé uložení RAO, které svou charakteristikou nevyhovují podmínkám pro uložení na úložištích povrchového a podpovrchového typu a pro uložení VP. Objekty lokality HÚ jsou znázorněny na generelu HÚ ve stavební části referenčního projektu.

Jak bylo uvedeno v kapitole 1.5 je předmětem návrhu vybrané varianty vyřazování aktivní zóna nadzemní části HÚ. Demolice stavebních objektů nejsou v této variantě uvažovány. Podzemní části se týká pouze ukládání RAO z procesu vyřazování a utěsnění podzemních prostor. Proto je popis lokality ve stavební a technologické části zaměřen pouze na nadzemní část hlubinného úložiště - aktivní zóna a bilance stavebních materiálů nejsou uváděny.

5.1.2.1 Stavební část HÚ

Nadzemní objekty - aktivní zóna

Číslo

objektu

Název

- | | |
|----|--|
| 41 | Příprava RAO a VP pro uložení |
| 42 | Centrální čistírna odpadních vod |
| 45 | Vrátnice aktivní zóny |
| 46 | Mezisklad prázdných kontejnerů s jeřábem |

47 Železniční vrátnice aktivní zóny

48 Oplocení aktivní zóny

U objektů kontrolovaného pásma je důležitý stav stavebních konstrukcí, protože plní funkci bezpečnostních bariér, které zabraňují úniku radioaktivních látek do životního prostředí. Tyto bariéry jsou stejné při provozu HÚ i po ukončení provozu. Jedná se o obvodový a střešní plášť, izolace podzemních částí budov a o stavební konstrukce jednotlivých místností. Pro všechny stavební bariéry je nutno zajistit systém kontrol již v průběhu provozu., aby v období zahájení procesu vyřazování bylo možno posoudit jejich stav a zhodnotit situaci z hlediska dalšího využívání, popř. provedení potřebné údržby a oprav. Předpokládá se, že stav stavebních objektů nebude vyžadovat v době zahájení vyřazování HÚ z provozu zásadní stavební opravy.

Z hlediska vyřazování je nutno předpokládat, že některé stavební povrchy v objektu č. 41 mohou být kontaminovány a proto bude nutno před ukončením vyřazování (uzavřením HÚ) provést jejich dekontaminaci na úroveň předepsanou pro prostory mimo kontrolované pásmo, tj. 3000 Bq/m^2 . V ostatních objektech aktivní zóny nadzemní části se kontaminované povrchy nepředpokládají. Obj. č. 41 má zastavěnou plochu $4\,120 \text{ m}^2$, obestavěný prostor $80\,000 \text{ m}^3$.

5.1.2.2 Technologická část HÚ

Technologická zařízení jsou hlavními bariérami, které zabraňují úniku radioaktivních látek do životního prostředí, Jedná se o stěny a pláště technologického zařízení a potrubí. V provozu je vypracován program kontrol těchto bariér a po ukončení provozu je tento program nadále dodržován. Program kontrol je přiměřeně uplatňován i v dalších obdobích u těch zařízení, v nichž jsou shromažďovány kapalné RAO. Byl přijat předpoklad, že provozuschopná zařízení budou využívána po ukončení provozu HÚ pro účely vyřazování.

Technologická zařízení přicházející do styku s radioaktivními médii nebo materiály jsou soustředěna v obj. č. 41. U ostatních objektů aktivní zóny se kontaminace nepředpokládá.

Soupis provozních souborů v objektu č. 41 - Příprava VP a RAO

Číslo PS	Název	Číslo PS	Název
41.PS 01	Příjem a ukládání VJP	41.PS 14	Vzduchotechnické zařízení
41.PS 02	Příjem a ukládání RAO	41.DPS 14 .01	Strojní část
41.PS 03	Sběr a zpracování vlastních RAO	41.DPS 14 .02	Rozvod topné a chladicí vody
41.PS 04	Zařízení pro cementaci vlastních RAO	41.DPS 14 .03	Plošiny a pomocné OK
41.DPS 04.01	Strojní část	41.DPS 14 04	VZT komín
41.DPS 04.02	Odparka	41.PS 15	Zdroj chladu
41.DPS 04.03	Skladové hospodářství	41.PS 16	Výměňkové stanice
41.PS 05	Dopravní, zvedací a manipulační zařízení	41.PS 17	Kompresorovna
41.PS 06	ASŘTP hlavní technologie ukládání	41.PS 18	Náhradní zdroj el. energie
41.PS 07	Speciální prádelna	41.DPS 18.01	Strojní část
41.PS 08	Laboratoře	41.DPS 18.02	Palivové hospodářství
41.PS 09	Dekontaminace	41.DPS 18.03	Elektročást
41.PS 10	Aktivní díly	41.PS 19	Měření a regulace pomoc. technologií
41.PS 11	Potrubní rozvody	41.PS 20	Průmyslová televize
41.PS 12	Radiační kontrola	41.PS 21	Elektročást
41.DPS 12.01	Radiační kontrola v provozních prostorách	41.PS 22	Nabíjení akumulátorů
41.DPS 12.02	RK okolí MÚ	41.PS 23	Bezpečnostní ochrana
41.DPS 12.03	Individuální dozimetrická kontrola	41.PS 24	Spouštění do podzemí
41.PS 13	Speciální kanalizace	41.PS 25	Monitoring
		41.PS 26	Ostraha objektu
		41.PS 27	Stabilní hasící zařízení

Objekt číslo	Název objektu	Nerezavějící ocel [t]	Uhlíkatá ocel [t]	Ostatní materiál* [t]	Izolace [m3]
41	Příprava RAO a VP pro uložení	450	1050	150	250

Tabulka č. 1: Předpokládané bilance materiálů technologických zařízení v obj. č. 41 (včetně ocelových vystýlek místností)

* Ostatní materiál - Pod pojmem „ostatní materiál“ jsou chápány díly se směsí různých materiálů, jako jsou barevné kovy, plasty, sklo, ale uvažován je i podíl ocelových částí. Jedná se zejména o kabely, zařízení typu elektro a MaR a překrytí tepelných izolací.

5.1.3 Inventář radioaktivních látek

5.1.3.1 Vstupní předpoklady

Z hlediska stanovení inventáře aktivity jsou pro technické řešení předkládané varianty vyřazování postulovány následující vstupní předpoklady :

- Během provozu HÚ nedošlo k žádné vážné poruše nebo havárii. Nedošlo tudíž z důvodu selhání zařízení nebo provozní poruchy k zamoření v tak vysoké úrovni, aby byla výrazně ovlivněna radiační situace v prostorách HÚ, ani k tvorbě radioaktivních odpadů v množství a kvalitě výrazně odlišných od předpokládaných provozních hodnot.
- V průběhu provozu byla dodržována technologická kázeň a nedocházelo k zbytečné tvorbě významného množství radioaktivních odpadů nebo kontaminacím.
- Při provozu byly udržovány kontaminace povrchů pracovišť pod úrovní hygienických limitů a v době ukončení provozu tudíž tato pracoviště nevykazují vyšší, než provozní úroveň kontaminace.

Vyřazování HÚ nesplňujícího tyto podmínky představuje specifickou problematiku vyžadující podrobné definování havarijní události a prognózu následků jako základní vstupní data k definování inventáře radioaktivních látek a jejich rozložení. Úlohy tohoto typu přesahují rámec předkládaného řešení.

Z hlediska jiných než radioaktivních nebezpečných látek je uvažováno používání provozních hmot předpokládaných referenčním projektem po celou dobu provozu. Protože lze reálně očekávat, že v průběhu provozu bude možno některé, v té době ještě používané, nebezpečné látky nahradit látkami k životnímu prostředí šetrnějšími nebo nezávadnými, lze rovněž očekávat v době ukončení provozu HÚ příznivější bilanci, než je bilance vycházející ze současných znalostí a možností.

V době, kdy nejsou k dispozici žádné konkrétní podklady pro stanovení inventáře aktivity po ukončení provozu HÚ, lze vycházet pouze z informací a předpokladů známých z dokumentací nebo provozních hodnot jiných jaderných zařízení (např. SVP EDU, JE Dukovany a JE Temelín).

Z hlediska úrovně aktivity a radioizotopického složení se mohou při vyřazování HÚ z provozu vyskytovat dva druhy kontaminovaných materiálů podle způsobu vzniku jejich kontaminace :

- materiály kontaminované prostřednictvím kapalných radioaktivních médií (dekontaminační a oplachové vody, vody speciální kanalizace),
- materiály kontaminované prostřednictvím plyných médií a atmosféry prostředí (prach, aerosoly).

V následujících kapitolách jsou uvedeny vstupní předpoklady o radioizotopickém složení a úrovních aktivit různých materiálů, radioaktivních odpadů, povrchů a radiační situaci v prostorech kontrolovaného pásma pro hodnocení procesu vyřazování.

5.1.3.2 Radiační situace

Radiační situace v prostorách kontrolovaného pásma HÚ v době ukončení provozu je dána množstvím radioaktivních materiálů vyskytujících se v jednotlivých technologických systémech, radionuklidovým složením deponované aktivity i její fyzikálně - chemickou formou ovlivňující účinnost proplachů a dekontaminací.

Z hlediska rozložení zdrojů ionizujícího záření ovlivňují radiační situaci následující systémy, hmoty a materiály :

- Aparáty, potrubní trasy a ostatní komponenty technologických systémů pracujících s radioaktivním médiem.
- Kapalné radioaktivní odpady nacházející se v systémech jejich shromažďování, zpracování a úpravy.
- Pevné radioaktivní odpady nacházející se v místech jejich sběru a úpravy.
- Použité a používané vzduchotechnické filtry.
- Prostředky používané v kontrolovaném pásmu s různou úrovní kontaminace.
- Povrchy zařízení umístěných v kontrolovaném pásmu s různou úrovní kontaminace.
- Povrchy stavebních konstrukcí v kontrolovaném pásmu s různou úrovní kontaminace.

Inventarizace výše uvedených zdrojů je provedena v úrovni hloubky zpracování referenčního projektu HÚ v následujících kapitolách. Upřesnění těchto údajů bude možno provádět průběžně na základě provozních zkušeností HÚ a konečná inventarizace v době ukončení provozu bude nutnou podmínkou pro další etapu prací na vyřazování.

Při konečné inventarizaci se projeví zejména tyto faktory :

- Kvalita pokrytí palivových proutků ukládaného paliva.
- Kvalita dodaných zařízení a kvalita montážních prací.
- Kvalita běžné údržby a dalších prací na zařízení prováděných v průběhu provozu.
- Technologická provozní kázeň.
- Výskyt, četnost a rozsah mimořádných provozních událostí.

Inventář kapalných a pevných RAO v době ukončení provozu HÚ

Za provozu HÚ vznikají organizovaně kapalně RAO jako kontaminované vody při dekontaminačních pracích v objektu č. 41 - Příprava RAO a VJP k uložení. Všechny oplachové vody a dekontaminační roztoky jsou shromažďovány ve sběrných nádržích. Nádrže jsou umístěny v jímce tvořící další bariéru pro případ netěsnosti nádrže. Po přečištění na čistící stanici jsou vody shromažďovány v kontrolních nádržích a po radiochemické kontrole může být voda využita opět v technologickém procesu nebo vypuštěna do průmyslové kanalizace. V případě detekce objemové aktivity neumožňující uvolnění, bude kontrolní nádrž přečerpána na zpětné přečištění.

Veškeré vody z areálu jsou před výstupem v kontrolním kanálu monitorovány a varovná signalizace umožňuje v případě výskytu aktivity v nadlimitním množství okamžitě vypouštění zastavit.

Pro potřeby návrhu a vyhodnocení procesu vyřazování HÚ z provozu se předpokládá, že provozní kontaminované vody se budou zpracovávat průběžně a v době ukončení provozu HÚ budou veškeré vody zpracovány a finální produkty RAO vznikající z těchto vod uloženy v sudech do podzemní části HÚ.

Veškeré pevné RAO, které vznikly v průběhu provozu budou rovněž v době ukončení provozu po naplnění do sudů (resp. betonových kontejnerů) uloženy v podzemní části HÚ.

Kontaminace vnitřních povrchů technologických zařízení HÚ

Kontaminace vnitřních povrchů technologických zařízení v obj. č. 41 nadzemní části HÚ vzniká působením oplachových, dekontaminačních, laboratorních, prádelenských vod a případně vod z hygienických smyček nebo působením atmosféry v prostorech manipulace s VJP a RAO. Bude vznikat při dekontaminaci manipulačních prostor s VJP a RAO, při shromažďování vod z laboratoří a speciální prádelny, při zpracování a úpravě kapalných a pevných RAO z provozu HÚ, ve VZT zařízeních při odsávání a filtraci vzduchu z místností kontrolovaného pásma.

Úroveň kontaminace vnitřních povrchů zařízení při jejich vyřazování je možno v současné době pouze odhadovat. Předpokládáme-li, že při otevírání kontejnerů s VJP nebo RAO nebudou zjištěny větší netěsnosti, popř. materiálové destrukce VJP, není důvod ke vzniku vyšší kontaminace vod a vyšší kontaminace prostředí a tím ani ke vzniku vyšších kontaminací vnitřních povrchů u zařízení sběru, zpracování a úpravy těchto odpadů a při filtraci vzduchu z místností. V takovém případě je možno uvažovat jako prvotní zdroj kontaminace povrchů při vyřazování HÚ z provozu povrchy paliva překládaného ze skladovacích kontejnerů do kontejnerů pro HÚ (ukládacích obalových souborů). Tato kontaminace a její izotopické složení může kopírovat kontaminaci povrchů bazénu vyhořelého paliva na JE při ukončení provozu.

Ve studiích vyřazování z provozu JE Dukovany a JE Temelín [5], [6] je založena hodnota kontaminace povrchu BVP v době ukončení provozu JE ve výši 15 - 20 kBq/cm² (1,5 - 2 x 10⁵ kBq/m²). Pro JE Temelín byly tato kontaminace a izotopické složení odvozeny ze zdrojového členu chladiva primárního okruhu, resp. aktivity vody

bazénu vyhořelého paliva dle PBZ (resp. PPBZ) ETE [7], [8], která je uvedena 8×10^3 Bq/l (po přečištění na filtrech) a $4,4 \times 10^6$ Bq/l (po propojení s IO).

Z pohledu časového odstupeho procesu vyřazování HÚ z provozu lze předpokládat, že rozhodujícími radioizotopy kontaminantu vnitřních povrchů budou pouze dlouhodobé radionuklidy. Uvažujeme - li, že VJP a RAO z JE a vyřazování budou do HÚ ukládány s odstupem minimálně 35 let od ukončení provozu JE, je opodstatněné předpokládat s uvažováním radioaktivního rozpadu, že úroveň kontaminace vnitřních povrchů technologických zařízení v obj. č. 41 překročí hodnotu 1 kBq/cm^2 ($10\,000 \text{ kBq/m}^2$) pouze výjimečně, a to např. u odparky odpadních vod a zařízení cementace koncentrátu z odparky max. o řád - tj. na 10 kBq/cm^2 ($100\,000 \text{ kBq/m}^2$). U zařízení dekontaminace, brýdového kondenzátu z odparky a zařízení prádelenských vod lze zase předpokládat kontaminaci cca o 1 řád nižší (tj. $0,1 - 1 \text{ kBq/cm}^2$ ($1000 - 10\,000 \text{ kBq/m}^2$)) a u zařízení VZT systémů z KP cca o 3 řády nižší (tj. $0,001 - 0,01 \text{ kBq/cm}^2$ ($10 - 100 \text{ kBq/m}^2$)).

Radionuklid	Poločas rozpadu	Třída radiotoxicity dle Vyhl. č. 184/97 Sb.
^{90}Sr	28 let	2
^{99}Tc	212000 let	4
^{129}I	16 mil. let	3
^{137}Cs	30 let	1
^{94}Nb	22000 let	1
^{55}Fe	2,9 let	4
^{63}Ni	120 let	5
^{59}Ni	75000 let	4
^{60}Co	5,2 let	1
^{14}C	5570 let	4
^{239}Pu	24400 let	1
^{241}Am	458 let	1
^{41}Ca	110000 let	4

Tabulka č. 2: Předpokládané radioizotopické složení kontaminace vnitřních povrchů při vyřazování HÚ z provozu

Pro další úvahy návrhu vyřazování HÚ z provozu se tedy předpokládá vnitřní povrchová kontaminace technologických zařízení do max. $5 - 10 \text{ kBq/cm}^2$ ($0,5 - 1 \times 10^5 \text{ kBq/m}^2$).

Kontaminace stavebních povrchů a vnějších povrchů technologických zařízení

V tomto návrhu vyřazování HÚ z provozu pro referenční projekt se předpokládá, že povrchová kontaminace vnějších povrchů technologických zařízení a stavebních

povrchů atd. bude před zahájením demontážních prací minimální, tzn. že budou dodržovány limity Vyhl. 184/97 Sb., tj :

Posuzované místo znečištění	Třídy podle radiotoxicity stanovené Vyhl. 184/97 Sb.				
	1	2	3	4	5
	Uvolňovací úrovně plošné aktivity pro plošné znečištění radionuklidů [kBq/m ²]				
Povrchy materiálů a předmětů vynášených z pracovišť se zdroji ionizujícího záření nebo jinak uváděných do životního prostředí	3	30	300	3000	30000
	Směrné hodnoty povrchové aktivity pro povrchové znečištění radionuklidů na pracovištích se zdroji [kBq/m ²]				
Povrchy podlah, stěn, stropů, zařízení ap. v kontrolovaném pásmu	30	300	3000	30000	300000
Vnější povrchy ochranného a provozního zařízení, osobních ochranných prostředků					
Povrch těla a vnitřní povrchy osobních ochranných prostředků	3	30	300	3000	30000
Pracovní povrchy mimo kontrolované pásmo					

Tabulka č. 3 Uvolňovací úrovně a směrné hodnoty znečištění a povrchového znečištění radionuklidů

Před prováděním jakýchkoli prací při vyřazování budou povrchy proměřeny a v případě zjištění vyšších kontaminací bude provedena jejich dekontaminace. Vyšší povrchové kontaminace mohou být způsobeny např. únikem RA média z technologických zařízení v důsledku netěsností apod. Protože nároky spojené s případnou dekontaminací těchto povrchů v době před demontáží zařízení se předpokládají minimální, byly v tomto řešení zanedbány. Dekontaminace stavebních povrchů bude prováděna po demontáži zařízení, kdy je pravděpodobné, že při dělení materiálu dojde k jejich kontaminaci z vnitřních povrchů technologických zařízení. Předpokládá se, že podemontážní dekontaminací se sníží kontaminace stavebních povrchů na hodnotu uvolňovací úrovně pro skupinu radiotoxicity 1, tj. 3 kBq/m² a bude možno hodnotit povrchy jako „čisté“.

Kontaminace atmosféry v kontrolovaném pásmu

Vnitřní prostory HÚ jsou členěny tak, aby technologická zařízení pracující s radioaktivními látkami byla oddělena od ostatních provozů, a aby byly i odděleny jednotlivé aktivní systémy podle míry rizika plynoucího z přítomnosti radioaktivních látek. Místnosti a prostory, kde dochází nebo může docházet k uvolňování radioaktivních látek do vzduchu, jsou napojeny na systém speciální vzduchotechniky s filtry pro zachyt radionuklidů před vypouštěním do atmosféry. Vzduchotechnické systémy jsou řešeny tak, aby směr proudění vzduchu byl z místností bez výskytu

aktivity do místností s potencionálním výskytem aktivity, respektive z místností kde se nacházejí málo významné zdroje do místností s významnými zdroji. Toto řešení zabezpečuje, že do obslužných prostor je přiváděn čerstvý vzduch a nedochází k jeho kontaminaci radionuklidy z neobsluhovaných prostor. Proto je podíl efektivních dávek způsobených inhalací radionuklidů u pracovníků při normálních provozních podmínkách a dodržování technologické a pracovní kázně vzhledem k hygienickým limitům bezvýznamný. Při plánování a přípravě prací s radioaktivními materiály v průběhu vyřazování je nutné dodržet stejné zásady větrání pracovišť. Dále je nutné instalovat dle charakteru práce příslušná provizoria, lokální odsávání a připravit odpovídající pracovní ochranné pomůcky. Při dodržení těchto zásad se bude u většiny prací na čerpání osobních dávek podílet naprosto převažujícím podílem zevní ozáření dané různými příkony efektivních dávek v kontrolovaném pásmu.

Hlavními provozními zdroji kontaminace atmosféry v HÚ jsou radioaktivní plyny a aerosoly z technologických systémů kontrolovaného pásma - zejména horké komory a z provozů zacházení s RAO. Do atmosféry místností se dostávají plynovými netěsnostmi a také odparem z úniků kapalných médií. Tyto exhalace jsou zachycovány příslušnými vzduchotechnickými systémy, které jsou osazeny aerosolovými filtry s účinností 99,99 % a jodovými filtry s účinností 99,9 %.

Odvzdušnění a odvětrání místností ve kterých nejsou významné zdroje kontaminace vzduchu se nefiltruje.

V období po ukončení provozu HÚ, kdy veškeré VJP a RAO budou uloženy v podzemí a nové nebudou přijímány, výrazně poklesne kontaminace atmosféry oproti provoznímu stavu. Radiační situace v okolí HÚ nebude prakticky ovlivňována plynými výpustmi. Činnosti prováděné při vyřazování (zejména demontáže) mohou být provázeny pouze uvolňováním radioaktivních aerosolů a kontaminovaného prachu - tj. částic, které se s vysokou účinností zachycují na VZT filtrech, a tak nehrozí významné riziko kontaminace životního prostředí výpustmi do atmosféry.

Příkony efektivních dávek v kontrolovaném pásmu

Zabezpečení radiační ochrany pracovníků musí vycházet především z Vyhlášky SÚJB č.184/1997 Sb. „o požadavcích na zajištění radiační ochrany“ a Zákona č.18/1997 Sb. „o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření“(atomový zákon), při čemž by měly být uplatněné dva základní principy omezení dávek ozáření vycházející z doporučení ICRP a MAAE :

- optimalizace radiační ochrany (princip ALARA),
- limitování individuálních dávek.

Princip ALARA vyžaduje, aby pracovníci vykonávající práce v prostředí s ionizujícím zářením obdrželi tak nízké dávky, jak je rozumně dosažitelné při respektování ekonomických a sociálních faktorů a aby nedocházelo k neúčelným a neodůvodněným ozářením osob.

Dávkové limity slouží pro omezení přijatelné úrovně rizika jednotlivců vystavených vlivu záření v průběhu jejich práce. Podle současné praxe, vycházející z vyhlášky č.184/97 Sb., je možné uvažovat následující základní limit :

- pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření hodnotu 50 mSv za kalendářní rok a hodnotu 100 mSv za dobu pěti za sebou jdoucích roků.

Minimalizace radiační zátěže pracovníků při jejich pracovní činnosti v prostorech HÚ bude zajištěna těmito zásadními cestami :

- odpovídající organizace činností při vyřazování,
- organizace pohybu osob a omezení pobytu pracovníků v prostorech se zvýšenou úrovní dávkového příkonu
- (kontrolovaný vstup, kategorizace prostorů, dodržování stanovených pracovních postupů),
- použití vhodných ochranných prostředků pro omezení dávkových příkonů v místě pracovního pobytu pracovníků,
- adekvátní systém radiační kontroly,
- technicko-organizační opatření pro minimalizaci kontaminace prostředí.

Kontrolované pásmo a kategorizace prostorů

Základem organizace pohybu pracovníků, omezení jejich pobytu v prostorech se zvýšenou úrovní radioaktivního záření a výběru vhodných technických prostředků radiační ochrany je vymezení kontrolovaného pásma a kategorizace pracovních prostorů. Povinnost vymezení kontrolovaného pásma v rámci HÚ vyplývá z „Atomového zákona“, který stanoví, že na pracovišti s ionizujícím zářením musí být vymezené kontrolované pásmo a v závislosti na technické úpravě zdroje ionizujícího záření se dále pracoviště s ionizujícím zářením zařazuje do I., II. nebo III. kategorie. (§4, odst.(10)). Vymezení kontrolovaného pásma a zařazení pracoviště se zdroji ionizujícího záření se provádí z hlediska závažnosti možného ozáření osob.

Příkony dávkových ekvivalentů v době vyřazování budou oproti normálnímu provozu vykazovat klesající tendenci, přičemž rychlost tohoto poklesu bude v jednotlivých prostorech odlišná podle charakteru příslušných technologických systémů.

Rozsah místností a pracovních prostor s přítomností zdrojů ionizujícího záření se bude postupně zmenšovat a to umožní i omezovat rozsah kontrolovaného pásma. Pro bezpečnou činnost v kontrolovaném pásmu bude nutné dozimetrické zmapování všech prostor před započítáním prací a usměrnění pohybu osob a dob setrvání pracovníků v rizikových prostorech. K naplánování jednotlivých pracovních činností a pro orientaci pracovníků na pracovišti bude nutné zřetelné vymezení a označení prostor dle míry rizika vzhledem k možnému ozáření.

Před zahájením vyřazování bude nutno provést odborný odhad radiační situace po ukončení provozu ve všech místnostech. Toto nebo obdobné rozdělení musí být provedeno na základě výsledku monitorování (při monitorování budou měřicí body stanoveny s ohledem na pohyb pracovníků a plánované pracovní úkony).

Jednotlivé prostory KP budou dle výsledku monitorování označeny jako prostory s „neomezenou dobou pobytu“ a dobou pobytu omezenou v závislosti na příkonu efektivní dávky.

5.1.3.3 Radioaktivní odpady

Zpracování, úprava a uložení RAO z provozu

Při úpravě VJP a RAO pro konečné uložení v HÚ s využitím navrhované technologie, ale také při provozu pomocných a obslužných systémů (vzduchotechnika, dezaktivace, finální zpracování RAO cementací apod.) budou přímo v prostorách přípravného objektu vznikat vlastní provozní RAO. Předpokládá se výskyt pevných, kapalných a plyných radioaktivních odpadů.

Pevné radioaktivní odpady se budou v místě vzniku primárně třídit podle původu a předpokládaného způsobu úpravy. Po dopravení na místo skladování, resp. úpravy se budou třídit podle druhu a aktivity a následně upravovat do formy vhodné pro uložení. Před transportem k uložení do podzemní části HÚ se bude případně skladovat na určeném místě. Pro úpravu RAO z provozu jsou předpokládány technologie fragmentace a lisování se zaléváním cementem. Do podzemí se budou ukládat buď přímo v betonových kontejnerech (splňujících kritéria přijatelnosti na HÚ o rozměrech 1,7x1,7x1,5 m o hmotnosti max. 15 t) nebo v 200 l sudech ukládaných po 4 kusech do těchto kontejnerů.

Kapalné radioaktivní odpady (koncentrát z odparky) budou zpracovány technologií cementace. Technologický postup cementace se skládá z následujících základních operací :

- sběr kapalných RAO a jejich homogenizace,
- koncentrace odpařováním,
- příprava cementové hmoty,
- mísení a homogenizace produktu,
- plnění do kontejnerů a vytvrzování,
- kontrola, skladování a ukládání do HÚ.

Plynné radioaktivní odpady přímo nevznikají. Vzniká pouze kontaminovaný vzduch v místnostech HÚ radioaktivními plyny a aerosoly z technologických systémů kontrolovaného pásma - zejména horké komory a z provozů zacházení s RAO. Do atmosféry místností se dostávají plynovými netěsnostmi a také odparem z úniků

kapalných médií. Tyto exhalace jsou zachycovány příslušnými vzduchotechnickými systémy.

V době zahájení vyřazování HÚ z provozu se předpokládá, že budou všechny RAO z provozu uloženy v podzemní části HÚ. Technologie zpracování a úpravy radioaktivních odpadů z provozu budou sloužit pro účely zpracování a úpravy odpadů při vyřazování.

Radionuklidové složení aktivity RAO z vyřazování HÚ

Radioaktivní odpady jsou dle definice Atomového zákona odpadní látka, předmět nebo zařízení nevyužitelné jejich vlastníkem, jejichž obsah radionuklidů nebo jejichž povrchové znečištění radionuklidy překračuje hodnoty umožňující jejich uvedení do životního prostředí (tyto hodnoty stanoví vyhl. SÚJB č. 184/97 Sb). RAO lze ovšem upravovat, zpracovávat, vydělovat z nich využitelné podíly apod. Za provozu HÚ i při jeho vyřazování vznikají různé druhy RAO jako produkty charakteristických prováděných vyřazovacích činností (dekontaminace, demontáže, úprava RAO) a dále sekundární RAO (speciální kanalizace, hygienické smyčky, speciální prádelna).

Snahou je znovuvyužitelná média a materiály pokud možno dekontaminovat. K tomu slouží procesy dekontaminace zařízení a stavebních povrchů a čištění plyných a kapalných médií. Těmito procesy se aktivita koncentruje do RA odpadů, které se po skladování, zpracování a úpravě ukládají v betonových kontejnerech do podzemních šachet HÚ.

Rozhodujícími radioizotopy aktivity provozních RAO i RAO z vyřazování HÚ budou pouze dlouhodobé radionuklidy ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{129}I , ^{137}Cs , ^{94}Nb , ^{55}Fe , ^{63}Ni , ^{59}Ni , ^{60}Co , ^{14}C , ^{239}Pu , ^{241}Am , ^{41}Ca . Nejvýznamnější zastoupení se předpokládá u ^{63}Ni , dále významné u ^{129}I , ^{137}Cs , ^{55}Fe , ^{59}Ni , ^{60}Co . U ostatních radionuklidů se předpokládá zastoupení o několik řádů nižší. Všechny finální produkty RAO budou přijatelné pro uložení do HÚ.

5.2 Popis technologických postupů při vyřazování

Pro návrh technického řešení postupů vyřazování HÚ z provozu byly použity technické údaje ze stavební a technologické části referenčního projektu HÚ a z nich byly stanoveny s použitím odborného odhadu a zkušeností ze zpracování studií vyřazování z provozu JE Dukovany a JE Temelín [5], [6] základní údaje pro vyhodnocení procesu vyřazování HÚ z provozu.

5.2.1 Příprava k demontáži

5.2.1.1 Popis činností

Etapa přípravy k demontáži je charakterizována činnostmi v objektu č. 41, které uvedou zařízení do stavu, aby bylo možno zahájit demontážní práce. Před zahájením demontážních prací se v této etapě předpokládá realizace předdemontážní dekontaminace a realizace některých doplňkových technologií, popř. doplnění

monitorovacích zařízení v případě, že provozní systémy HÚ budou nevyhovující nebo budou kapacitně nedostačující. Po celou dobu tohoto období musí být prováděna kontrola a údržba bariér (stavebních i technologických), které zabraňují úniku radioaktivních látek do okolí.

Činnost	Stručná charakteristika
Předdemontážní dekontaminace technologických zařízení	Předdemontážní dekontaminace povrchů vybraných technologických systémů, kde snížení kontaminace je účelné z hlediska ochrany pracovníků před radioaktivním zářením. Metoda a postup dekontaminace závisí na charakteru dekontaminovaného zařízení a jeho materiálu.
Zpracování a úprava a uložení radioaktivních odpadů	Zpracování, úprava, transport a ukládání kapalných a pevných RAO. Budou využity v maximální míře stávající technologie a v průběhu etapy i další případně doplněné technologie pro potřeby vyřazování.
Radiační kontrola	Monitorování radiační situace vychází z řešení systémů RK za normálního provozu a bude prováděno stávajícími prostředky RK (dle potřeby inovovanými).
Radiační ochrana a vliv na okolí	Příprava programu radiační ochrany pracovníků před ionizujícím zářením a jeho realizace. Program bude zohledňovat specifika činností při vyřazování (kategorizace pracovišť demontáží, zpracování a úprava RAO ap.). Sledování vlivu na okolí (plynné a kapalně vypustě, ap.).
Fyzická ochrana	Zajištění fyzické ochrany areálu HÚ ve stejném rozsahu jako za normálního provozu. Nepředpokládá se její inovace.
Havarijní připravenost	Úprava plánu havarijní připravenosti pro podmínky procesu vyřazování a jeho realizace.
Příprava pomocných technologií a potřebných provizorií pro vyřazování	Realizace (popř. úprava) technologických systémů pro potřeby vyřazování (el. napájení, provozní média ap.), dovybavení speciálními zařízeními (např. pro dekontaminaci, demontáže, monitorování), realizace pracoviště pro uvolňování materiálu do životního prostředí).

Tabulka č. 4: Činnosti prováděné v etapě přípravy k demontáži

Z výše uvedených zásadních činností vyplývají požadavky na rozsah provozovaných technologických systémů a zařízení po ukončení provozu HÚ :

- inženýrské sítě (potrubní, kabelové, dopravní, telekomunikační a pod.),
- zásobování vodou (pitná, požární, technická, demineralizovaná a pod.),
- zajištění el. energie,
- zásobování teplem, chladem, tlakovým vzduchem,
- skladování chemikálií a příprava roztoků,
- systém dekontaminace,

- radiochemická kontrola,
- sběr, úprava, kontrola a vypouštění odpadních vod,
- technologie zpracování a úpravy RAO,
- správní objekty areálu,
- apod.

5.2.1.2 Předdemontážní dekontaminace

Zásady a vstupní předpoklady

Výběr technologických postupů a zařízení pro předdemontážní dekontaminaci bude prováděn při zohlednění následujících kritérií :

- předem stanovených kritérií vyplývajících z norem a předpisů o radiační ochraně,
- zkušeností z dekontaminací a dosažených dekontaminačních faktorů,
- množství vznikajících radioaktivních odpadů,
- při všech prováděných činnostech budou dodrženy limity Vyhl.č. 184/97 Sb.,
- ekonomických vyhodnocení dekontaminace ve vztahu přínosů a nákladů vyplývajících z daných činností.

Základní principy přijaté pro řešení předdemontážní dekontaminace

1. Vnějších povrchů technologických zařízení a povrchů stavebních

Pro hodnocení procesu předdemontážní dekontaminace vnějších povrchů technologických zařízení a stavebních povrchů platí, že by povrchová kontaminace neměla v souladu s Vyhláškou č. 184/97 Sb. za normálních podmínek provozu a dodržování této vyhlášky přesahovat v kontrolovaném pásmu (uvažujeme-li výskyt nuklidů třídy 1 podle radiotoxicity) hodnotu 3 Bq/cm^2 . Proto vyšší kontaminace při zahájení vyřazovacích prací budou pouze výjimečnou záležitostí.

Předpokládá se, že před prováděním jakýchkoli prací při vyřazování budou povrchy proměřeny a v případě zjištění zvýšené lokální kontaminace, ohrožující zdraví obsluhujícího personálu, bude provedena jejich dekontaminace (metody mohou být různé - mechanická, pěnová, snímatelné laky apod.). Vyšší povrchové kontaminace mohou být způsobeny např. únikem RA-média z technologických zařízení v důsledku netěsností apod. U ostatních povrchů se předdemontážní dekontaminace nepředpokládá. Protože nároky spojené s případnou dekontaminací těchto povrchů se předpokládají minimální lze uvažovat, že z hlediska celkového ekonomického hodnocení procesu vyřazování budou nevýznamné, tudíž byly v návrhu předkládaného řešení vyřazování zanedbány.

2. Vnitřních povrchů technologických zařízení

Technologický proces vnitřní předdemontážní dekontaminace pro účely hodnocení vychází z následujících předpokladů :

- zařízení je vyprázdněno (jsou odstraněna provozní média, náplně a hrubé mechanické nečistoty),
- rozdělení všech kontaminovaných technologických systémů do tzv. „autonomních“ okruhů (okruhy zahrnují jedno i více zařízení) a jednotlivých zařízení (nádrže, speciální zařízení), v nichž bude postupně provedena dekontaminace různými dekontaminačními postupy a prostředky,
- rozdělení na okruhy je provedeno podle vnitřního objemu, druhu zařízení, převažujícího druhu materiálu, provozního média a povrchové kontaminace,
- dekontaminace „autonomního“ okruhu jako celku se provede s využitím stávajících zařízení dekontaminačního systému (popř. mobilním zařízením).

„Autonomní“ okruh je metodické označení pro technologický okruh, jehož vytvoření se předpokládá pro potřebu provedení dekontaminace, a který je možno naplnit dekontaminačním roztokem nebo proplachovou vodou, ohřát, cirkulovat ap. Okruh má buď vlastní čerpadlo a je napuštěn z rozvodu provozních dekontaminačních roztoků nebo je napojen na mobilní dekontaminační zařízení.

Realizace vnitřní předdemontážní dekontaminace „autonomního“ okruhu bude pro jeden okruh zahrnovat tyto činnosti :

- dozimetrická měření na povrchu zařízení a ve všech místnostech, kde se nachází zařízení předmětného dekontaminovaného okruhu,
- montáž provizorií, popřípadě provedení některých oprav netěsnosti systému,
- provedení zkoušky těsnosti okruhu,
- příprava dekontaminačních roztoků,
- napuštění okruhu roztokem, ohřev roztoku a jeho cirkulace,
- vlastní vnitřní dekontaminace, tj. působení cirkulujícího roztoku na vnitřní povrchy,
- vypuštění roztoku,
- napuštění systému oplachovou vodou, cirkulace a její vypuštění do sběrné nádrže odpadních vod systému speciální kanalizace,
- dozimetrická měření z důvodu stanovení účinnosti dekontaminace a zjištění nové radiační situace.

Předdemontážní dekontaminaci speciálními dekontaminačními prostředky bude nutno v případě vyřazování HÚ z provozu navrhnout :

- u větších nádrží s možností usazování kalů a tvoření inkrustů,
- u bazénu s nerezovou vystýlkou a ukládací mříží, kde bude použita polosuchá elektrolytická dekontaminace (popř. snímatelné laky) a vysokotlaký ošťřík,
- u některých zabudovaných částí speciální kanalizace, kde bude použita metoda polosuché elektrolytické dekontaminace.

Materiál dekontaminovaných vnitřních povrchů je převážně nerezavějící ocel. Pro tento materiál je uvažován dvoustupňový dekontaminační postup.

Vnitřní povrchy z uhlíkaté oceli se vyskytují ve styku s aktivním médiem ojedinele a pro jejich případnou dekontaminaci bude použita mobilní dekontaminační linka.

Odpadní média z předdemontážní dekontaminace budou odváděna systémem speciální kanalizace do sběrných nádrží odpadních vod a zpracována. Uvažovaná koncentrace je cca 5 g/l.

Vstupní kontaminace vnitřních povrchů technologických systémů a zařízení

Úroveň kontaminace vnitřních povrchů technologických zařízení v obj. č. 41 se předpokládá v úrovních do 10 kBq/cm² (100 000 kBq/m²).

Bazén, zařízení odpadních vod, zařízení cementace koncentrátu 1 - 10 kBq/cm² (10 000 - 100 000 kBq/m²)

Zařízení dekontaminace, brýdového kondenzátu z odparky a zařízení prádelenských vod 0,1 - 1 kBq/cm² (1000 - 10 000 kBq/m²)

Zařízení VZT systémů z KP 0,001 - 0,01 kBq/cm² (10 - 100 kBq/m²)

Systémy pomocných médií (neaktivních) < 0,0003 kBq/cm² (3 kBq/m²)

Výchozí údaje pro rozhodnutí o předdemontážní dekontaminaci technologických zařízení

Byla odvozena hranice pro rozhodování o provedení předdemontážní dekontaminace na úrovni 1 kBq/cm² vycházející z předpokladu limitu pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření pro pracovníky s ionizujícím zářením (Vyhl. č. 184/97 Sb.), který představuje maximálně 100 mSv/5 let (po sobě jdoucích) - tj. 20 mSv/rok, fondu pracovní doby 2 000 h/rok, pobytu pracovníka při demontáži v kontrolovaném pásmu 1000 h/rok a vzdálenosti od kontaminovaného zařízení 0,5 m.

Z výše uvedeného vyplývá pro předdemontážní dekontaminaci následující podmínky :

- předpokládá se dekontaminovat za použití chemických roztoků nebo proplachem pouze povrchy s kontaminací vyšší než 1 kBq/cm²,

- povrchy s kontaminací nižší než 1 kBq/cm^2 nebudou dekontaminovány, ani proplachovány, pokud nehrozí při dělení (resp. demontáži) a následné manipulaci roznesení aktivního zbytku (kalu, usazeniny, ap.).

Výše uvedené předpoklady byly přijaty z důvodu umožnění vyhodnotit proces předdemontážní dekontaminace jako jednu z činností při procesu vyřazování jaderného zařízení z provozu. Ve skutečnosti bude nutné při posuzování účelnosti dekontaminace v době realizace vyřazování podrobně vyhodnotit celý komplex atributů vstupujících do rozhodování.

Jedná se např. o :

- fyzikální a chemické vlastnosti povrchové vrstvy kontaminovaného zařízení,
- radiační situaci v konkrétních místnostech a pravděpodobnost dosažení předpokládaného DF,
- dávkové úvahy pracovníků provádějících montáž provizorií v konkrétní radiační situaci v místnosti,
- úvahy efektivní dávky pracovníků provádějících manipulace se speciálními dekontaminačními prostředky (při montáži, při aplikaci),
- množství vznikajících kapalných RAO s následným zpracováním, úpravou a uložením.

V případě, že po ukončení provozu HÚ budou kontaminace vnitřních povrchů nižší než 1 kBq/cm^2 , nebudou prováděny žádné předdemontážní dekontaminace.

Vstupní údaje a popisy pro jednotlivé skupiny dekontaminovaných zařízení podle druhu použité dekontaminační metody a dekontaminačních prostředků

1. „Autonomní“ dekontaminační okruhy

Předpokládá se v maximální míře využití stávajících zařízení dekontaminačního systému HÚ (příprava roztoků, rozvod, speciální dekontaminační zařízení). K montáži provizorií pro vytvoření dekontaminačních okruhů budou použity armatury a potrubí z uhlíkaté oceli. S výhodou bude vhodné použít pro některé dekontaminované okruhy mobilní dekontaminační zařízení, umožňující přípravu roztoků, ohřev a cirkulaci. Může být použita chemická metoda dekontaminace, kdy se dekontaminační okruh napustí dekontaminačním roztokem a dekontaminační proces se intenzifikuje cirkulací a ohřevem. Jedná se o dvoustupňový oxidačně - redukční postup při teplotě $90 \text{ }^\circ\text{C}$ a potřebné době působení. Dekontaminační cyklus pro povrchy z uhlíkaté oceli bude obdobný, pouze budou použity roztoky jiného chemického složení.

Pro tento postup a 1 cyklus je uvažován $DF = 10$.

2. Nádrže

U nádrží, kde jsou pravděpodobné usazeniny, bude nejprve provedeno vyprázdnění a vyčištění nádrží a následně provedena dekontaminace speciálními metodami. Provedení těchto činností může být např. následující: Pomocí kalového ponorného čerpadla bude odčerpána zbývající kapalná složka v nádrži. Pevné zbytky na dně bude nutno rozrušit a vyjmout speciálním zařízením uzpůsobeným konkrétnímu dekontaminovanému zařízení. Případné usazeniny a inkrusty v místech styku hladiny kapaliny a stěny nádrže budou odstraněny pomocí metod mechanické dekontaminace (speciálním zařízením). Podle úrovně dávkového příkonu po provedení těchto operací se rozhodne o dalším způsobu dekontaminace - vysokotlaký ostřík, mechanická dekontaminace nebo polosuchá elektrolytická dekontaminace, při nižších kontaminacích bude vyhovující nízkotlaké ostříkovací zařízení. Technická provedení speciálních prostředků a podrobný postup bude nutno řešit v další fázi projektových prací.

Pro tento postup a 1 cyklus je uvažován $DF = 10$.

3. Bazén

Bazén se předpokládá dekontaminovat po demontáži vnitřních vestaveb mříže metodou polosuché elektrolytické dekontaminace - celá plocha.

Pro tento postup je uvažován $DF = 50$.

4. Speciální kanalizace (zabudované prvky)

Speciální kanalizace (zabudovaná) se předpokládá dekontaminovat po úsecích pomocí speciálního dekontaminačního zařízení pracujícího na principu polosuché elektrolytické dekontaminace. Dekontaminace je časově prováděna až v období demontážních prací.

Pro tento postup je uvažován $DF = 100$.

Další obecně použité předpoklady pro technické řešení a ekonomické vyhodnocení předdemontážní dekontaminace

Pro provádění dekontaminačních prací se předpokládá skupina 6 pracovníků. Pro výpočet časové náročnosti se předpokládá souběh prací tak, že současně budou pracovat dvě tříčlenné skupiny na různých dekontaminačních činnostech. Nepředpokládá se větší souběh dekontaminačních prací z důvodu vícenásobného využití speciálních zařízení, využití centrální přípravy dekontaminačních roztoků, využití speciálně vyvinutých zařízení pro obdobný druh zařízení (nádrže ap.).

Celkový počet potřebných pracovníků je vyhodnocován s ohledem na povolené limity (20 mSv/rok) a dávkové příkony v místnostech, kde se předpokládá montáž provizorií pro „autonomní“ dekontaminační okruhy, montáž speciálních dekontaminačních zařízení a manipulace s nimi.

Z hlediska radiochemické kontroly jsou požadavky pouze na analýzy odebraných vzorků aktivních vod (roztoků i oplachových vod) a vzorků otěrů kontaminovaných

povrchů. Jedná se o místní odběry, z nichž analýzy vzorků se budou provádět v laboratořích. Pro kontrolu osob pracujících v kontrolovaném pásmu bude nutno vybavit prostory montáží provizorií (pro vytvoření „autonomních“ dekontaminačních okruhů vybraných zařízení k dekontaminaci) místními přístroji na měření kontaminace osob v exponovaných pracovních místech.

Požadavky na manipulace s materiálem a dopravu z vnějších komunikací jsou pouze na transport chemikálií na přípravu potřebných dekontaminačních roztoků, zajištění přísunu pracovních ochranných prostředků a pomůcek (respirátory, rukavice, ochranné oděvy apod.).

Požadavky na transport uvnitř objektu budou pouze na přesun materiálu, speciálních dekontaminačních prostředků, náradí, nástrojů, chemikálií apod.

Z činnosti při provádění předdemontážní dekontaminace vznikají jako pevné radioaktivní odpady pouze kontaminované nástroje, náradí, ochranné pomůcky a kovové odpady z montáží provizorií, které jsou z hlediska celkového množství vznikajících RAO při demontážích zanedbatelné.

Rozsah předdemontážních dekontaminací v návrhu řešení vyřazování HÚ pro potřeby referenčního projektu

V objektu č. 41 se předpokládá, že činnosti předdemontážní dekontaminace se budou dotýkat následujících systémů :

- Zařízení pro příjem a skladování VJP
- Sběr a zpracování vlastních RAO
- Zařízení pro cementaci vlastních RAO
- Potrubní rozvody
- Speciální kanalizace

Aktivity se mohou pohybovat v rozmezí 1-10 kBq/cm² podle druhu provozního média a zařízení.

Předpokládané sumární bilanční údaje o rozsahu dekontaminovaných systémů :

- | | |
|--|----------------------|
| • "autonomních" okruhů | cca 15 |
| • počet ostatních zařízení (bazén a nádrže) | cca 6 |
| • vnitřní plocha "autonomních" okruhů | 1 700 m ² |
| • vnitřní plocha ostatních zařízení (bazén a nádrže) | 350 m ² |
| • vnitřní objem "autonomních" okruhů | 130 m ³ |
| • vnitřní objem ostatních zařízení (bazén a nádrže) | 110 m ³ |

- celková sumární aktivita na dekont. povrchu max. 2×10^5 MBq.

Celková doba provádění dekontaminace v tomto objektu bude cca 12 měsíců. Při dekontaminacích se předpokládá vznik cca 400 m³ kapalných RAO o solnosti cca 5 g/l a max. aktivitě < 500 MBq/m³. Kolektivní efektivní dávka (KED) pro pracovníky provádějící předdemontážní dekontaminace nepřekročí hodnotu 0,5 Sv.

5.2.2 Demontáž

5.2.2.1 Popis činností

Etapa demontáže je charakterizována činnostmi v objektu č. 41, které odstraní veškeré materiály obsahující radionuklidy i veškerá technologická zařízení z kontrolovaného pásma a zpracují veškeré odpady z KP (včetně kontroly materiálu pro vývoz do ŽP). Po celou dobu bude prováděna kontrola a údržba bariér (stavebních i technologických), které zabraňují úniku radioaktivních látek do okolí.

Činnost	Stručná charakteristika
Demontáže technologického zařízení v objektu č. 41	Demontáže zařízení z kontrolovaného pásma. Transport materiálu v objektu a v areálu HÚ.
Podemontážní dekontaminace technologického zařízení a stavebních povrchů	Podemontážní dekontaminace demontovaných dílů technologického zařízení za účelem zvýšení množství materiálu uvolnitelného do životního prostředí a snížení ukládaného radioaktivního materiálu. (Podle vyhodnocení o účelnosti realizace.) Podemontážní dekontaminace stavebních povrchů na hodnoty kontaminace umožňující vyjmutí z působnosti Atomového zákona.
Zpracování a úprava radioaktivních odpadů	Zpracování a úprava kapalných a pevných RAO. Budou využity stávající technologie. Transport a ukládání RAO do podzemní části HÚ.
Radiační kontrola	Monitorování radiační situace ve všech oblastech činností při vyřazování (zejména při demontážích, zpracování a úpravě pevných radioaktivních odpadů). Kontrola materiálu při demontážích, před uvolněním do ŽP, stavebních povrchů před vyjmutím z působnosti AZ.
Radiační ochrana a vliv na okolí	Realizace programu radiační ochrany pracovníků před ionizujícím zářením. Program bude zohledňovat specifika činností při vyřazování (kategorizace pracovišť demontáží, zpracování a úprava RAO ap.). Sledování vlivu na okolí (plynné a kapalně vypusti, ap.).
Fyzická ochrana	Zajištění fyzické ochrany areálu v průběhu demontáží.
Havarijní připravenost	Realizace plánu havarijní připravenosti pro podmínky HÚ v procesu vyřazování.

Tabulka č. 5: Činnosti prováděné v etapě demontáže

Z výše uvedených zásadních činností vyplývají požadavky na rozsah provozovaných technologických systémů a zařízení v průběhu demontáží a podemontážní dekontaminace.

V období funkce systémů zpracování odpadních vod je udržován minimální rozsah provozu v těchto oblastech :

- inženýrské sítě (potrubní, kabelové, dopravní, telekomunikační a pod.),
- zásobování vodou (pitná, požární, technická, demineralizovaná a pod.),
- zajištění el. energie,
- zásobování teplem, chladem, topnou párou a tlakovým vzduchem,
- skladování chemikálií a příprava roztoků,
- sběr, úprava, kontrola a vypouštění odpadních vod,
- technologie zpracování a úpravy RAO,
- správní objekty areálu,
- systémy speciální vzduchotechniky, radiační kontroly, systémy sběru a čištění odpadních vod, skladování kapalných a pevných RA odpadů, systém dekontaminace, radiochemická kontrola a pod.

V období demontáže systémů zpracování odpadních vod a zbylé navazující technologie včetně hygienických smyček, tj. v období dokončování demontáží v objektu, jsou uvažována provizorní řešení potřebných vazeb pro oblast zpracování a úpravy RAO, radiační kontroly, odsávání, dodávky médií, fyzické ochrany a pod.

5.2.2.2 Demontáže zařízení

Demontáže zařízení zahrnují dvě základní činnosti - demontáže zařízení a manipulace s materiálem a transport demontovaného materiálu. Při demontážích zařízení HÚ se vzhledem na nízké kontaminace zařízení nepředpokládá použití dálkově ovládaných manipulátorů. Předpokládá se, že dávkový příkon v místnosti za přítomnosti pracovníků nepřekročí hodnotu 50 $\mu\text{Sv/h}$. Před zahájením demontáže v místnosti bude nutno provést podrobné mapování dávkových příkonů a povrchových kontaminací zařízení.

Obecné zásady

Demontován bude technologický materiál a stavební oceli (ocelové plošiny, vyjímatelné části stínících a hermetických dveří, jeřábové dráhy apod.). Technologický materiál zabudovaný do stavby demontován nebude, bude pouze proměřen a případně dekontaminován na úroveň kontaminace pro vyjmutí z působnosti AZ (zabudované části speciální kanalizace, průchodek, přetlakových klapek VZT apod.).

Pro demontáž kontaminovaných technologických zařízení budou uplatněny následující zásady :

- zařízení bude odpojeno od technologického okruhu a od všech zdrojů médií a energií,
- zařízení bude fragmentováno ve stavebním prostoru, v němž se nacházelo za provozu,
- budou používány běžné technologie demontáže zařízení (stříhání přenosnými hydraulickými nůžkami, mechanické dělení, plazmová řezačka - nerezavějící ocel, kyslíkoacetylenový řezák - uhlíkatá ocel),
- materiál splňující kritéria uvolnění do ŽP bude fragmentován tak, aby bylo možné provést radiační kontrolu, transport z místa demontáže, vytřídění materiálů nevhodných pro recyklaci resp. materiálů toxických a transport na recyklaci, zpracování nebo konečné uložení,
- kontaminovaný materiál bude fragmentován tak, aby bylo možné provést transport z místa demontáže na další zpracování (lisování, zalití cementem, popř. podemontážní dekontaminace a vývoz do ŽP),
- budou realizovaná opatření zamezující rozptylování aktivity po objektu a v okolí HÚ (speciální fragmentační metody, mobilní hygienické uzávěry, provizorní vzduchotechnické systémy aj.),
- budou realizovaná opatření minimalizující radiační zátěž pracovníků (ochranné pomůcky, osobní dozimetrie aj.),
- budou realizovaná opatření minimalizující nežádoucí dopady činností na životní prostředí.

Před zahájením demontážních prací v plném rozsahu budou zajištěny činnosti :

- demontáž zařízení (armatury, čerpadla, zařízení strojovny, el. motory, servopohony atd.), které lze dále odprodat nebo využít na náhradní díly,
- provedení provizorií demontážního a montážního charakteru (odpojování, řezání a zaslepování potrubí, nová potrubní propojení, provizorní osvětlení, napájení demontážních mechanismů, vzduchotechnika a pod).

K dispozici budou stávající transportní prostředky a do své demontáže i zvedací mechanismy.

Demontáže zařízení a transport demontovaného materiálu budou probíhat ve dvousměnném provozu za použití takového počtu pracovních skupin, aby demontáž proběhla dle časového plánu vyřazování HÚ.

Z pohledu plyných RAO bude při demontážích kontaminovaných technologických dílů dominantní uvolňování korozních produktů z nejbližší blízkosti řezů v podobě RA aerosolů. Proto zejména při demontáži pálením se předpokládá :

- dodržení obecných zásad - uzavření prostoru demontáží přenosnými hygienickými uzávěry, volbu vhodných fragmentačních metod apod.,
- postup demontáží jednotlivých místností směrem od konce rozvodů speciální VZT k páteřním trasám (ve výjimečných případech se předpokládá instalace provizorních systémů),
- dostatečnou funkčnost stabilních i provizorních VZT systémů včetně RK, pravidelné údržby systémů a kontroly filtračních vložek.

Limity uvolnění do životního prostředí

Nepředpokládá se, že by úroveň kontaminace demontovaných dílů překročila pro radionuklidy s nejvyšší třídou radiotoxicity limit 300 Bq/kg při dodržení limitu 0,3 Bq/cm² dle Vyhl. č. 184/97 Sb., Proto může být uvažováno jako rozhodující pro vývoz demontovaných dílů do ŽP dodržení limitu 0,3 Bq/cm².

Druhy demontovaného materiálu

V bilancích demontáží zařízení je demontovaný materiál členěn do tří skupin :

- Ocel (nerezavějící a uhlíkatá)
- Ostatní materiál
- Tepelné izolace

Pod pojmem „ostatní materiál“ jsou chápány díly se směsí různých materiálů, jako jsou barevné kovy, plasty, sklo, ale uvažován je i podíl ocelových částí. Jedná se zejména o kabely, zařízení typu elektro a MaR a překrytí tepelných izolací. Kontaminace těchto dílů obecně odpovídá kontaminaci prostoru, ve kterém se nachází, s tím, že převážná část „ostatních materiálů“ je v prostorech s velmi nízkou úrovní kontaminace.

Tepelné izolace jsou evidovány samostatně z důvodu specifických fyzikálních vlastností a jejich specifickému způsobu demontáže.

Uvažovaná průměrná měrná hmotnost	Ocel		1000
volně uloženého materiálu	Ostatní materiály	kg/m ³	500
	Tepelné izolace		100

Tabulka č. 6: Měrné hmotnosti volně uloženého materiálu

Předpokládané bilanční údaje demontážních činností

Druh materiálu	Jednotka	Množství
Demontovaná ocel celkem	t (m ³)	1 500
Nerezavějící ocel do 0,3 Bq/cm ²	t (m ³)	200
Nerezavějící ocel nad 0,3 Bq/cm ²	t (m ³)	250
Uhlíkatá ocel do 0,3 Bq/cm ²	t (m ³)	850
Uhlíkatá ocel nad 0,3 Bq/cm ²	t (m ³)	200
Ostatní materiál do 0,3 Bq/cm ²	t	130
	m ³	260
Ostatní materiál nad 0,3 Bq/cm ²	t	20
	m ³	40
Tepelné izolace do 0,3 Bq/cm ²	m ³	200
	t	20
Tepelné izolace nad 0,3 Bq/cm ²	m ³	50
	t	5
Uvažovaná doba demontáže	měsíce	12
Kolektivní efektivní dávka	Sv	< 0,5

Tabulka č. 7: Demontovaný materiál podle druhu

Manipulace s materiálem a transport demontovaného materiálu

Základní činnosti při transportu materiálu jsou :

- transport demontovaného zařízení z místností,
- transport po vnitřních komunikacích v objektu,
- překládka neaktivního materiálu na nákladní automobil případně na železniční vagón,
- transport neaktivního materiálu po veřejných komunikacích, buď na přepracování (jako druhotná surovina), nebo na skládku.

Přemístění demontovaného materiálu z místa demontáže do prostoru primárního třídění, balení a expedice zabezpečují pracovníci provádějící demontáže pomocí montážních prostředků (zvedáky, válečky, ručně), nebo pomocí stávajících transportních prostředků v místnosti. Demontovaná zařízení nebo jejich fragmenty, u kterých je potenciální nebezpečí uvolnění nefixované aktivity v průběhu transportu, se zabalí do PE fólie.

Organizace transportu materiálu po veřejných komunikacích bude závislá na charakteru transportovaného materiálu. Odvoz neaktivního materiálu na skládku nebo na druhotné zpracování je organizován :

- (a) dle požadavku odběratele v závislosti na kapacitních možnostech přepravy nebo skladování u odběratele,
- (b) dle produkce odpadů z procesu vyřazování tak, aby od jednotlivých činností byly produkovány odpady průběžně odváženy.

Předpokládáme, že některé transportní prostředky budou částečně k dispozici z provozu – automobily, návěsy, kontejnery, akumulátorové vozíky aj.

5.2.2.3 Podemontážní dekontaminace

Dekontaminace demontovaného zařízení

Cílem činností podemontážní dekontaminace demontovaných dílů zařízení je dosažení podlimitních hodnot kontaminace povrchů pro vývoz do ŽP dle Vyhl. SÚJB č. 184/97 Sb.

Pro rozhodnutí o realizaci zařízení pro podemontážní dekontaminaci za účelem vývozu materiálu do životního prostředí bude nutno rozhodnout na základě provedení ekonomické analýzy ještě v rámci zpracování studijních a projektových prací na vyřazování HÚ z provozu (ve srovnání s cenou uložení příslušného podílu odpadu v podzemní části HÚ). V návrhu vyřazování pro referenční projekt HÚ jsou uvedeny pouze obecné principy technologie podemontážní dekontaminace demontovaných zařízení.

Ze současného stavu znalostí mohou být uvažované následující metody dekontaminace podle druhu materiálu:

Nerezavějící ocel :

- Dekontaminace v oplachové ultrazvukové vaně
Předpokládaný DF = 5
- Dekontaminace ve vanových elektrolytických zařízeních
Předpokládaný DF = 10 - 1000

Uhlíkatá ocel :

- Dekontaminace v oplachové vaně
Předpokládaný DF = 2
- Dekontaminace ve vanové lince na chemickou dekontaminaci
Předpokládaný DF = 20

Základním parametrem pro vyhodnocení elektrolytické dekontaminace nerezavějící oceli a dekontaminace oplachem je velikost kontaminované plochy, základním parametrem pro chemickou dekontaminaci uhlíkaté oceli je hmotnost materiálu. Podemontážní dekontaminace jiných materiálů než ocelí není uvažována. Uvažovaná měrná hmotnost volně uloženého materiálu je cca 1t na 1m³.

Je zřejmé, že zejména pro nerezavějící ocel bude určitá část dekontaminace zejména nepravidelných a obtížně přístupných povrchů řešena chemickou dekontaminací. Naopak abrazivní dekontaminace může být využívána zejména pro dekontaminaci uhlíkaté oceli a elektrolytická dekontaminace pro dekontaminaci nerezavějící oceli.

Realizace dekontaminačních linek pro podemontážní dekontaminaci představuje velké investiční náklady i velké nároky na pracovní prostor, proto bude nutno tyto technologie ohodnotit a o jejich realizaci rozhodnout s maximální zodpovědností.

Dekontaminace stavebních povrchů

Obecně

Stavební povrchy se dekontaminují až po demontáži zařízení. Základní předpoklady pro podemontážní dekontaminaci stavebních povrchů jsou:

1. Budou dekontaminovány všechny povrchy podlah místností, kde budou prováděny demontáže kontaminovaných zařízení technologie a dále transportní cesty demontovaného materiálu.
2. Povrchy stěn a stropů nebudou dekontaminovány.
3. Povrchy s ocelovou vystýlkou budou dekontaminovány na úroveň, umožňující uvolnění materiálu do životního prostředí.
4. Tzv. "volná" kontaminace povrchů vznikající při dělení materiálu bude při dekontaminaci odstraněna na úroveň předepsanou pro volné pásmo.

Návrh činností při dekontaminaci stavebních povrchů vychází z podkladů o celkové ploše podlah, materiálu povrchu, rozsahu prováděných demontáží a předpokládané povrchové kontaminace. Během demontáží bude docházet k uvolňování aktivních částic při dělení materiálu a tím ke zvyšování povrchové kontaminace zejména podlah.

Konkrétní dekontaminace místností v době realizace může být a pravděpodobně bude kombinací metod mechanické nebo polosuché elektrolytické dekontaminace, vysokotlakého ostříku, pěnové dekontaminace či dekontaminace snímatelnými laky, otryskávání apod.

Z charakteru provozu HÚ vyplývá možnost členění dekontaminovaných povrchů na tři skupiny, jejichž dekontaminace bude provedena shodným postupem:

Skupina 1 - povrchy pokryté vystýlkou z nerezavějící oceli

Předpokládaná max. povrchová kontaminace 3 Bq/cm².

Skupina 2 - povrchy pokryté vystýlkou z uhlíkaté oceli s epoxidovým nátěrem

Předpokládaná max. povrchová kontaminace 1,5 Bq/cm².

Skupina 3 - ostatní povrchy s epoxidovým nátěrem

Předpokládaná max. povrchová kontaminace 0,6 Bq/cm².

Skupina 1 - povrchy pokryté vystýlkou z nerezavějící oceli

Pro povrchy skupiny 1 je vhodná metoda mechanické nebo polosuché elektrolytické dekontaminace po celé ploše s následným oplachem vodou. Předpokládaný dekontaminační faktor pro potřeby tohoto návrhu byl uvažován cca DF = 10 - 50.

Skupina 2 - povrchy pokryté vystýlkou z uhlíkaté oceli s epoxidovým nátěrem

Pro povrchy skupiny 2 je vhodná metoda vysokotlakého ostříku po celé ploše, popř. metoda mechanické dekontaminace. Předpokládaný dekontaminační faktor pro potřeby tohoto návrhu byl uvažován cca DF = 5 - 10.

Skupina 3 - ostatní povrchy s epoxidovým nátěrem

Pro povrchy skupiny 3 je vhodná metoda dekontaminace s použitím roztoku saponátu v koncentraci 1:1 naneseným na povrchy ve formě pěny pomocí rozstříkovací soupravy. Nanesená pěna by měla působit 15 min. Pěna se po dekontaminaci vysaje speciálním vysavačem pěn, popř. se vlhký povrch vytře hadry. V případě potřeby se použije mechanická dekontaminace. Předpokládaný dekontaminační faktor pro potřeby tohoto návrhu byl cca DF = 2 - 5.

Uvedené dekontaminační faktory jsou vztažené na povrchovou kontaminaci.

Jako výsledek dekontaminačních prací se předpokládá, že povrchová kontaminace bude snížena na úroveň hodnot materiálu pro vývoz do životního prostředí, tj. méně než 0,3 Bq/cm². V případě HÚ, kdy lze předpokládat velmi nízké kontaminace povrchů, zejména způsobené tzv. „volnou“ kontaminací, je možno pro vyhodnocení této činnosti uvažovat za dostačující účinnost dekontaminační metody pro povrchy 3 na všechny dekontaminované povrchy. Jenom výjimečně bude nutno použít metodu jinou (především v místnostech, kde došlo v průběhu provozu HÚ k úniku radioaktivního média ze zařízení). Proto i vznik kapalných radioaktivních odpadů bude nízký a nepředpokládá se více než 5 m³ o aktivitě do 50 MBq/m³ o solnosti max. 5 g/l.

V případech, kde kontaminace pronikne do hloubky povrchové vrstvy a nebude odstraněna chemickou dekontaminací, provede se mechanická dekontaminace obroušením potřebné vrstvy povrchu místnosti tak, aby bylo dosaženo hodnoty kontaminace pro vývoz do životního prostředí. Mechanická dekontaminace se provede v potřebné tloušťce vrstvy cca 2 cm.

Rozsah dekontaminace stavebních povrchů

Objekt č. 41	Povrchy skupiny č.1 [m ²]	Povrchy skupiny č.2 [m ²]	Povrchy skupiny č.3 [m ²]	Celkem [m ²]	Rozsah mechanické dekontaminace [m ²]
Celkem [m ²]	800	400	4 300	5 500	100

Tabulka č. 8: Předpokládaný rozsah dekontaminovaných ploch

Časově bude dekontaminace probíhat v souběhu s demontážemi. V časovém harmonogramu jsou tyto činnosti uvedeny současně s demontáží a případně podemontážní dekontaminací. V tomto období budou prováděny práce podle potřeby postupu vyřazování.

Vzhledem k tomu, že se v dekontaminovaných prostorech již nenachází kontaminované zařízení předpokládají se zanedbatelné hodnoty kolektivní efektivní dávky při podemontážní dekontaminaci stavebních povrchů.

5.2.3 Uzavření

Jedná se o etapu vyřazování, v jejímž průběhu budou zakončeny všechny činnosti vyřazování hlubinného úložiště z provozu. Vyřazování bude ukončeno uzavřením úložiště, kdy budou odstraněny všechny kontaminované materiály z nadzemní části HÚ a RAO budou uloženy do podzemní části HÚ. Na základě zpracovaného programu uzavření úložiště (podmínky, požadavky, limity, mezní hodnoty a hodnoty stanovuje SÚJB) musí být prokázáno, že prostory úložiště jsou chráněny dostatečnými bariérami zabraňujícími šíření radionuklidů do okolí a že odpad je uložen trvalým způsobem.

Hlavními činnostmi etapy uzavření tedy budou utěsnění zbývajících podzemních chodeb - ukládacích prostor pro RAO z vyřazování a páteřní zavázeční chodby a dále úprava monitorovacího systému pro potřeby monitorování po uzavření podle potřeb požadavků orgánů státní správy.

Na závěr bude podle zpracovaného programu uzavření úložiště prokázáno, že prostory úložiště jsou chráněny dostatečnými bariérami zabraňujícími šíření radionuklidů do okolí a že odpad je uložen trvalým způsobem.

V lokalitě zůstávají stavební objekty nadzemní části HÚ, včetně tzv. „čisté“ stavby aktivní zóny. Jsou odstraněna technologická zařízení aktivní zóny nadzemní části HÚ. Nadzemní část lokality je bude možno vyjmout z působnosti Atomového zákona.

V lokalitě dále zůstávají zařízení potřebná z důvodu monitorování podzemní části úložiště po jeho uzavření. Po uzavření úložiště ručí za monitorování a kontrolu úložiště stát.

5.2.4 Bilance, zpracování a úprava RAO

Po celé období vyřazování HÚ z provozu budou zpracovávány kapalně a pevně radioaktivní odpady a čištěn vzduch s výskytem ra - aerosolů z odvodušnění technologických zařízení a z prostředí místností kontrolovaného pásma (jako plynný odpad). Nakládání s těmito odpady bude vycházet z LaP pro bezpečné nakládání s RAO při vyřazování dle požadavku AZ (Příloha, bod G) a Vyhl. č. 184/97 Sb., §27. Předmětem LaP jsou technologické systémy zahrnující oblast pevných, kapalných a plynných radioaktivních odpadů, tj. jejich sběr a třídění, zpracování, úpravu, skladování a ukládání.

V období vyřazování HÚ z provozu budou vznikat speciální kapalně RAO z předdemonážních a podemonážních dekontaminací a dále provozní RAO z vyřazování, tj. vody ze speciální prádělny, laboratoří, z hygienických smyček a vody speciální kanalizace. Tyto RAO budou zpracovávány, upraveny a uloženy stejným způsobem jako RAO z provozu, tj. odpařováním a cementací koncentrátu a uložením do podzemní části HÚ v betonových kontejnerech.

Typickým pevným odpadem při vyřazování jsou odpady z demontáží technologických zařízení - demontovaná ocel, tepelné izolace, kabely, tzv. ostatní demontovaný odpad (elektrozařízení, hliníkové plechy apod.), popř. z mechanické dekontaminace stavebních povrchů) a dále provozní pevné RAO - měkký a tvrdý drobný odpad, vložky VZT filtrů, ap. Pevné RAO se budou v místě vzniku třídít podle druhu, aktivity a předpokládaného způsobu úpravy a k jejich zpracování budou použity zejména stávající provozní technologie HÚ (nízkotlaké lisování a zalévání betonem). Dále bude nutno rozšířit pracoviště pro zpracování pevných RAO o třídění materiálu, fragmentaci demontovaných částí a uzel pro monitorování za účelem vývozu do ŽP. Předpokládá se, že provozní vybavení nebude pro proces vyřazování kapacitně dostačující.

Aktivita z plynných RAO se bude koncentrovat ve VZT filtrech, které patří mezi pevné RAO.

5.2.4.1 Kapalně radioaktivní odpady

Pro zpracování kapalných radioaktivních odpadů bude použita stávající technologie odpařování a cementace s uložením fixovaných RAO v betonových kontejnerech do podzemní části HÚ. Pro závěrečné období demontáží vlastních zpracovatelských technologií kapalných RAO bude nutné kapalně RAO přečerpávat ke zpracování na mobilní odpařovací a cementační lince.

Předpokládané množství kapalných RAO za období vyřazování HÚ z provozu

RAO z předdemonážní dekontaminace	cca	400 m ³
RAO z podemonážní dekontaminace	cca	200 m ³
Kontaminované provozní RAO při vyřazování (z laboratoří, hygienických smyček, speciální prádělny, speciální kanalizace)	cca	15 m ³ /rok

Za tříleté období vyřazování HÚ z provozu se jedná o cca 615 m³ odpadních vod o průměrné objemové aktivitě < 300 MBq/m³. Zpracováním (zahuštěním) těchto vod průměrné solnosti 5 g/l na odparce vznikne cca 15 m³ koncentrátu průměrné solnosti 200 g/l o objemové aktivitě < 1,2x10⁴ MBq/m³. Současně vznikne z dočištění brýdového kondenzátu odparky cca 1 m³ vysycených sorbentů. Uvedené množství koncentrátu a sorbenty budou upraveny zpevněním na cementační lince. Vznikne tak cca 30 m³ cementového produktu pro trvalé uložení. To znamená cca 6 betonových kontejnerů k uložení do podzemní části HÚ.

5.2.4.2 Pevné odpady

Pro zpracování a úpravu pevných RAO se předpokládá využití stávající provozní technologie doplněné o technologie pro potřeby vyřazování z provozu :

- pro tzv. primární fragmentaci demontované oceli hydraulické nůžky a jako doplňková technologie řezání kyslíko-acetylenovým plamenem pro materiály z uhlíkaté a plazmovým hořákem pro materiály z nerezavějící oceli,
- pro tzv. finální fragmentaci oceli hydraulická střihačka a rámová pila a řezačka izolace kabelů (odděluje izolaci od kovového jádra),
- zařízení pro třídění a úpravu pevných RAO, izolací a kabelů z demontáží - třídící karusel, třídící box a nízkotlaký lis (redukční faktor 4 pro měkké RAO, 6 pro VZT filtry, 10 pro tepelné izolace),
- zalévání tvrdých kovových RAO a upravených RAO v betonových kontejnerech cementem.

Vysokotlaké lisování by bylo možno uvažovat pouze jako službu, neboť investice vložená do tohoto drahého zařízení by se z ekonomického hlediska nevyužila (redukční faktor je možno dosáhnout 4 pro ocel a ostatní odpad a 2 pro kabely a na NT lisu předlisované izolace, měkké RAO a vložky VZT filtrů).

Průměrná „sypaná“ hmotnost materiálu byla uvažována takto :

- demontovaný železný materiál 1 t/m³,
- tepelné izolace 0,1 t/m³,
- kabeláže a ostatní demontovaný materiál 0,5 t/m³,
- měkké RAO vč. VZT filtrů 0,2 t/m³,
- stavební RAO z podemontážní dekontaminace povrchů broušením 1,2 t/m³.

Jako neaktivní se budou vytřídovat měkké a drobné kovové odpady s povrchovou kontaminací pod 3000 Bq/m², resp. hmotnostní aktivitou pod 300 Bq/kg (odpovídá povrchovému dávkovému příkonu 0,1 - 1 μGy/hod – bude upřesněno dle konkrétního izotopického složení aktivity). Odpad z demontáží se bude dle stejných kritérií

kontrolovat přímo v místě vzniku. Podlimitní podíl bude uvolňován přímo do ŽP a nadlimitní podíl přepraven k další úpravě.

Úprava jednotlivých druhů kontaminovaných materiálů z demontáží bude prováděna následujícím způsobem :

- Veškerá demontovaná ocel určená ke zpracování bude fragmentována (s využitím zařízení pro primární i finální fragmentaci), dále bude část, u které je to účelné (snížením kontaminace se dostane do kategorie odpadu pro vývoz do ŽP) podemontážně dekontaminována. Veškerý měkký kovový odpad, kromě podílu určeného pro vývoz do ŽP, bude lisován.
- Tříděním a radiační kontrolou se předpokládá vytřídění 50 % měkkých a drobných tvrdých (převážně kovových) odpadů jako neaktivních s možností vyvezení do ŽP.
- Měkké pevné provozní RAO z vyřazování budou pro definitivní uložení lisovány. U stavebních RAO se předpokládá jako zpracovatelská metoda úpravy zalití (fixace) cementovou směsí do 200 l sudů nebo betonových kontejnerů. Přitom dojde k max. dvojnásobnému nárůstu objemu, měrnou hmotnost produktu uvažujeme 2 t/m³.

Předpokládaná produkce pevných RAO v období vyřazování HÚ z provozu je uvedena v následující tabulce :

Druh pevného RAO	Množství [m ³]
Provozní RAO z vyřazování k uložení	
měkký odpad z KP (max. 30 m ³ /rok)	90
tvrdý drobný odpad z KP (max. 5 m ³ /rok)	15
nízkoaktivní VZT filtry (max. 2 m ³ /rok)	30
Demontovaný materiál k uložení	
nerezavějící ocel (1 t/m ³)	250
uhlíkatá ocel (1 t/m ³)	200
tepelná izolace (0,1 t/m ³)	50
ostatní materiály (0,5 t/m ³)	40
stavební RAO z mechanické dekontaminace (1,2 t/m ³)	2
Demontovaný materiál z KP do ŽP	
nerezavějící ocel (1 t/m ³)	200
uhlíkatá ocel (1 t/m ³)	850
tepelná izolace (0,1 t/m ³)	200
ostatní materiály (0,5 t/m ³)	260

Tabulka č. 9: Předpokládané množství vznikajících pevných RAO z vyřazování

Cementované kapalné RAO	30 m ³
	60 t
	12 kontejnerů
Slisovaný RAO	47 m ³
	72 t
	24 sudů
	6 kontejnerů se sudy
Fragmentovaný RAO zalitý cementem	450 m ³
	450 t
	180 kontejnerů
Stavební RAO	4 m ³
	8 t
	2 kontejnery
Množství RAO k uložení celkem	cca 530 m ³
	cca 590 t
	200 kontejnerů celkem

Tabulka č. 10: Předpokládané množství zpracovaných pevných RAO

5.2.4.3 Plynné odpady

Plynné RAO jsou v podstatě vzdušiny pohybující se v aktivních technologických okruzích nebo v místnostech KP HÚ kontaminované radioaktivními plyny a aerosoly, jejichž předpokládaná aktivita nedovoluje jejich volné vypuštění do vnější atmosféry. Filosofie jejich zneškodnění je poměrně jednoduchá a spočívá v odloučení radioizotopů z kontaminovaných vzdušnin filtrace na úroveň vypustitelnou do životního prostředí. V plynné formě opouští HÚ (obdobně jako za provozu) pouze výpusť, nikoli radioaktivní odpad.

K plynným RAO kromě odparů z kapalných radioaktivních médií přispívá uvolňování aerosolů z demontážních činností a technologických postupů úpravy pevných RAO. Tyto technologie jsou zabezpečeny tak, aby úniky RA aerosolů byly co nejnižší. V radionuklidovém složení aktivity budou převažovat dlouhodobé tzv. korozní produkty ve formě RA aerosolů.

Plynné RAO jsou vedeny na filtry vzduchotechnických systémů, kde jsou RA aerosoly odlučovány s min. účinností 0,999 (dekontaminační faktor 10³).

5.2.5 Zneškodnění neaktivních odpadů

V průběhu demontáží zařízení a následného zpracovávání demontovaných dílů je průběžně vyčleňován materiál, splňující podmínky pro vývoz do ŽP. Při vyhodnocování bilancí těchto materiálů musí být z pohledu limitů přednostně sledovány dominující radionuklidy s nejvyšší třídou radiotoxicity dle vyhl. SÚJB č. 184/97 Sb.. Protože se

nepředpokládá, že by nebyl splněn váhový limit 300 Bq/kg při dodržení limitu 0,3 Bq/cm² (to může nastat jen pro velmi tenké materiály), mohou být zjišťované bilance materiálu uvolněného do ŽP diskutovány pouze pro limit 0,3 Bq/cm².

Jedná se o tyto základní skupiny materiálů :

- Materiál z demontáže zařízení vytríděný jako neaktivní v rámci demontáže.
- Materiál z demontáže zařízení a odpad provozního charakteru vytríděný jako neaktivní v rámci zpracování RAO.
- Materiál z demontáže zařízení úspěšně dekontaminovaný v rámci dekontaminace pro vývoz do ŽP v případě realizace podemontážní dekontaminace).

Z pohledu výstupů z demontáží technologie jsou uvažovány tyto druhy neaktivního odpadu:

Železný odpad

Jedná se o dominantní recyklovatelný odpad. Z pohledu různých výkupních cen (v případě, že dojde u ocelí s kontaminací pod limit pro uvolňování do ŽP k dohodě o placeném odběru) může být účelné jeho třídění na uhlíkatou ocel a jednotlivé třídy nerezavějící oceli. U nerezavějící i uhlíkaté oceli je přitom dosaženo podstatného podílu uvolněného materiálu – uhlíkatá ocel většinou nepřichází v provozu do styku s vyššími kontaminacemi a u nerezavějící oceli je při jednotlivých stupních dekontaminace dosahováno vysokého DF.

Ostatní materiál

Pod pojmem „ostatní materiál“ jsou chápány díly se směsí různých materiálů, jako jsou barevné kovy, plasty, sklo, ale i podíl ocelových částí. Jedná se zejména o kabely, zařízení typu elektro a MaR a překrytí tepelných izolací. Protože kontaminace těchto dílů obecně odpovídá kontaminaci prostoru, ve kterém se nachází, s tím, že převážná část „ostatních materiálů“ je v prostorech s nízkou úrovní kontaminace, předpokládá se vysoký podíl uvolněného materiálu.

U těchto materiálů se na jedné straně předpokládá podíl recyklovatelného materiálu (železo, barevné kovy, plasty), na druhé straně i podíl (bilančně zanedbatelný) nebezpečných odpadů.

Tepelné izolace

Tepelné izolace jsou evidovány samostatně vzhledem ke svým specifickým fyzikálním vlastnostem a specifickému způsobu demontáže.

Měkký odpad

Jedná se o odpad převážně provozního charakteru s nepodstatnou úrovní recyklovatelnosti a s možným, ale nepodstatným podílem nebezpečných látek.

Z pohledu konečné úpravy a zneškodnění neaktivního materiálu z demontáží technologie jsou uvažovány tyto základní druhy:

Recyklovatelný materiál

Je uvažován odvoz tohoto materiálu do výkupu.

Odpad na skládku - ostatní

Je uvažován odvoz tohoto materiálu na skládku. Jedná se o materiál, který zbyl po vyřídění recyklovatelného materiálu a u kterého je prokázáno, že nespadá do tzv. nebezpečných odpadů.

Odpad na skládku - nebezpečný

Jedná se o materiál, který má nebezpečné vlastnosti ve smyslu Zákona 125/97 Sb. o odpadech resp. Vyhl. 339/97 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Je uvažován odvoz tohoto materiálu na skládku. Do předání tohoto materiálu správci skládky je nutné s nebezpečnými odpady nakládat ve smyslu Zákona 125/97 Sb. (důsledné třídění a evidence, speciální označené obaly, ochrana před povětrnostními vlivy apod.).

5.2.6 Radiační kontrola

Úlohou radiační kontroly je zabezpečit po celé období spojitého vyřazování monitorování radiační situace na takové úrovni a v takovém rozsahu, aby byly plně zabezpečeny následující úkoly:

- Monitorování radiační situace v prostorách a její vyhodnocení sloužící jako podklad pro plánování jednotlivých pracovních postupů.
- Radiační kontrola pokračujících technologických procesů.
- Dozimetrická asistence při činnostech vyžadujících z hlediska radiační ochrany zvláštní dohled.
- Monitorování plyných a kapalných výpustí pro hodnocení vlivu procesu vyřazování na životní prostředí a pro včasné provedení nápravných opatření v případě negativních odchylek od normálního režimu.
- Kontrola všech materiálů a osob v technolog. procesu a na hranici kontrolovaného pásma pro zamezení zavlečení aktivity mimo toto pásmo.
- Kontrola radioaktivních materiálů vyvážených z areálu z hlediska plnění bezpečnostních požadavků na transport.
- Kontrola materiálů uvolňovaných do životního prostředí z hlediska plnění uvolňovacích limitů.

- Kontrola všech vozidel a nákladů opouštějících areál pro zabránění nekontrolovaného uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí.
- Monitorování životního prostředí v okolí pro dokumentování vlivu vyřazování jaderného zařízení na životní prostředí z radiologických hledisek.
- Osobní monitorování a evidence pracovníků vstupujících do kontrolovaného pásma a přicházejících do styku s radioaktivními látkami pro usměrňování jejich úvazků efektivních dávek ve smyslu ALARA a pro včasné varování v případě zdravotního ohrožení.

Pro období vyřazování HÚ z provozu jsou důležité následující speciální požadavky vyplývající z charakteru prováděných činností:

Podpora při provádění předdemontážní dekontaminace povrchů vybraných technologických systémů :

- Podrobné zmapování radiační situace (hlavně dávkových příkonů) ve vybraných prostorech.
- Provedení a vyhodnocení otěrových zkoušek pro zjištění úrovně kontaminace.
- Kontrola účinnosti dekontaminace.
- Kontrola pohybu aktivit souvisejících s provedenými dekontaminačními pracemi - použité dekontaminační roztoky, prostředky, pracovní pomůcky.
- Stálá asistence dozimetrické služby při pracích prováděných v zvláště obtížných podmínkách.
- Podrobné zmapování radiační situace (zejména dávkových příkonů) v prostorech po provedené dekontaminaci sloužící jako podklad pro vypracování pracovních postupů demontáží.

Podpora procesu zpracování a úpravy radioaktivních odpadů :

- Kontrola stávajících technologických procesů v rozsahu běžného provozu.
- Zavedení doplňkového monitorování u nových technologií zpracování radioaktivních odpadů.

Podpora při přípravě pomocných systémů či technologií :

- Modifikace monitorovacího systému dle nových požadavků vyplývajících ze změn technologie pro potřeby vyřazování.
- Vybavení nových pracovišť prostředky radiační kontroly pro zabezpečení monitoringu s částečným využitím (zejména v sortimentu přenosných přístrojů a osobních dozimetrů) stávajícího vybavení.

Předpokládá se maximální využití existujícího vybavení radiační kontroly, které bude v době ukončení provozu v dobrém technickém stavu odpovídajícím fyzickému a morálnímu opotřebením.

Nové investice budou zapotřebí na nákup nové techniky nahrazující tu část existujícího přístrojového vybavení, kde morální opotřebením neumožňuje další racionální používání. Nejvýznamnější novou položkou bude monitorovací systém pro radiační kontrolu demontovaného materiálu včetně monitorování materiálů uvolňovaných do životního prostředí.

Z hlediska provozních nákladů je třeba počítat s finančními prostředky na údržbu, drobné opravy a kalibraci přístrojů. Dále se spotřebou energie, provozních médií a dalšího spotřebního materiálu.

Protože u nově zaváděných činností předpokládáme vyšší nároky na asistenci a součinnosti pracovníků radiační kontroly než za běžného provozu, počítáme v počátečním období plné vytižení celého provozního personálu radiační ochrany. S postupem vyřazování bude plynule ubývat rozsah činností, což umožní postupné snižování počtu pracovníků.

5.2.7 Radiační ochrana

Pro zajištění dostatečně účinné radiační ochrany bude nutné v přípravných pracích vytvořit takové podmínky, aby proces vyřazování probíhal podle pravidel ALARA. Jedná se zejména o následující činnosti :

- Založení zásad ALARA do projektové přípravy procesu vyřazování.
- Vývoj a vyzkoušení v projektu požadovaných speciálních zařízení a postupů s ohledem na požadavky na racionální minimalizaci ozáření pracovníků.
- Důkladné zmapování radiační situace a detekce míst představující rizika z hlediska radiační ochrany po ukončení provozu.
- Prověření projektem předpokládaných metodik vyřazování vzhledem k výsledku monitorování reálného stavu a zpracování výsledků do přípravné dokumentace.
- Zpracování bezpečnostní dokumentace pro posouzení orgány státního dozoru a pro vypracování potřebných pracovních postupů.
- Vypracování pracovních postupů pro všechny projektem předpokládané činnosti vedoucí k ozáření, jejich prověření revidování dle výsledku ověřování.
- Proškolení a přezkoušení všech pracovníků, jejichž činnost má vliv na radiační ochranu.
- Provedení preventivních opatření minimalizujících zjištěná rizika pře započítím prací.

Po zahájení činností v kontrolovaném pásmu jsou nutná následující opatření :

- Soustavná kontrola pracovních činností v kontrolovaném pásmu, vyhodnocování výsledků kontrol a organizace opatření vycházejících ze získaných zkušeností či zjištěných závad.
- Soustavné monitorování radiační situace v prostorech, kde by mohlo dojít k uvolnění aktivity ohrožující pracovníky nebo životní prostředí.
- Zabezpečení osobní dozimetrie umožňující včasné varování v případě rizika neplánovaného ozáření, usměrňování dávek pracovníků na co nejnižší racionálně dosažitelné úrovni, evidenci dávek zákonem požadovaným způsobem pro hodnověrné dokladování, že jsou plněny zákonem stanovené limity a směrné hodnoty.
- Zabezpečení monitorování kapalných i plyných výpustí a všech materiálů vystupujících do životního prostředí pro účinnou prevenci možného znečištění.
- Zabezpečení monitorování životního prostředí pro dokladování vlivu prováděných činností a pro možnost přijetí případných nápravných opatření.

Vzhledem k velkému rozptylu možných parametrů charakterizujících radiační situaci v podmínkách vyřazování, nemožnosti předem přesně definovat všechny prováděné činnosti a k tomu využívané prostředky, nelze úroveň radiační ochrany hodnotit standardním způsobem. Je však potřebné zjistit, zda uvažované technologie jsou z hlediska radiační ochrany reálné. Pro tento účel vycházíme z předpokladu, že pokud lze plánované činnosti provést i při současném stavu techniky za splnění základních limitů ozáření, je reálné technickým vývojem dospět k předpokládanému datu vyřazování na technologickou úroveň minimalizující efektivní dávky zúčastněných osob na úrovni vyhovující požadavkům legislativy v době, kdy práce budou aktuální.

Z tohoto pohledu je třeba vnímat odhady dávkových úvazků provedených pro jednotlivé činnosti. Konzervativní přístup vedoucí k relativně vysokému čerpání současných limitů vede k orientaci, na které práce bude nutné zaměřit při přípravě pozornost, aby usměrňování dávek bylo v souladu s principy ALARA.

Efektivní dávky

V průběhu vyřazování budou čerpané kolektivní efektivní dávky spojeny zejména s prováděním předdemontážních dekontaminací a následně demontáží a zpracování RAO.

Kromě pracovníků bezprostředně připravujících demontáže bude další významnou skupinou osob dozimetrická služba zajišťující monitorování a asistenci u rizikových činností.

Celkově lze hodnotit pracovní podmínky za přijatelné a možnosti snížení dávek pracovníků za realizovatelné relativně nenáročnými prostředky.

Vliv na životní prostředí

Vlivy na životní prostředí budou dány plynnými a kapalnými výpustmi.. U plynných výpustí dojde k poklesu aktivity způsobované za provozu produkcí vzácných plynů. U kapalných výpustí bude docházet k pomalejšímu poklesu podle postupu provádění vyřazovacích činností od předdemontážní dekontaminace po demontáže a případné podemontážní dekontaminace. Celkově nehrozí riziko, že by toto období znamenalo větší zátěž životního prostředí než předcházející provozní období.

5.3 Časový harmonogram vyřazování

Časový harmonogram vyřazování byl zpracován zejména na základě předpokládaných dob trvání charakteristických činností při vyřazování HÚ z provozu - předdemontážní dekontaminace, demontáže, podemontážní dekontaminace, zpracování RAO. Každá činnost (u které je to potřebné) je navržena včetně vypracování projektu a přípravných prací na realizaci.

V harmonogramu je vyznačen začátek vyřazování z provozu HÚ a od něj se odvíjí jak činnosti předcházející tomuto termínu, tak činnosti následující po tomto termínu. Z harmonogramu vyplývá, že přípravu na vyřazování je třeba zahájit cca 3 roky před jeho zahájením a že realizace vybrané varianty vyřazování bude až do uzavření trvat cca 3 roky. Při předpokladu zahájení vyřazování HÚ z provozu v r. 2100 bude uzavření v r. 2103.

Harmonogram je znázorněn na následující stránce, je zpracován v software MS Project 98.

5.4 Odhad nákladů

	Studijní, vývoj. a přípravné práce	Investiční náklady	Provozní náklady	Náklady celkem
Dílčí studijní práce	5 000 000	0	0	5 000 000
Variantní studie vyřazování	3 000 000	0	0	3 000 000
Projekt vyřazování	3 000 000	0	0	3 000 000
Předdemontážní dekontaminace				
Projekt	1 500 000	0	0	1 500 000
Příprava	1 000 000	0	0	1 000 000
Realizace	0	8 000 000	2 000 000	1 000 0000
Demontáže				
Projekt	2 500 000	0	0	2 500 000
Příprava	2 000 000	0	0	2 000 000
Realizace	0	5 000 000	16 000 000	21 000 000
Podemontážní dekontaminace				
Projekt	500 000	0	0	500 000
Příprava	300 000	0	0	300 000
Realizace - chem. dekontaminace	0	100 000	1 045 000	1 145 000
Realizace - mech. broušení	0	0	100 000	100 000
Zpracování a uložení RAO				
Projekt	2 500 000	0	0	2500000
Příprava	2 000 000	0	0	2000000
Realizace	0	104 000 000	2 000 000	106 000 000
Uložení RAO	0	0	53 000 000	53 000 000
Monitorování				
Projekt	1 500 000	0	0	1 500 000
Příprava	1 000 000	0	0	1 000 000
Realizace	0	4 000 000	8 000 000	12 000 000
Uzavření HÚ				
Projekt	1 500 000	0	0	1 500 000
Příprava	1 000 000	0	0	1 000 000
Realizace	0	0	20 000 000	20 000 000
Fyzická ochrana	0	0	4 500 000	4 500 000
Pomocné činnosti	0	0	15 000 000	15 000 000
Celkem	28 300 000	121 100 000	121 645 000	271 045 000

Tabulka č. 11: Odhad nákladů na předloženou variantu vyřazování HÚ z provozu

Podemontážní dekontaminace zařízení za účelem vývozu zařízení do ŽP není v návrhu zahrnuta.

V tabulce uvedené investiční náklady představují:

Předdemontážní dekontaminace

- speciální dekontaminační zařízení pro dekontaminaci (resp. vyčištění) nádrží s usazeninami,
- zařízení pro polosuchou elektrolytickou dekontaminaci.

Demontáže

- speciální fragmentační zařízení.

Podemontážní dekontaminace

- vybavení pro dekontaminaci ploch (zařízení pro nanášení a vysávání pěn).

Zpracování a úprava RAO

- betonové kontejnery,
- speciální zařízení pro fragmentaci RAO.

Monitorování

- třídící zařízení pro kontaminovaný materiál,
- obnova a doplnění zařízení pro monitorování.

Při ocenění nákladů na vyřazování HÚ z provozu byly použity ceny z cenové úrovně roku 1998 a odborné odhady vycházející ze zkušeností realizace JE Temelín a provozu JE Dukovany.

Stanovení vstupních údajů vycházelo z požadavků na vyhodnocení charakteristických činností pro proces vyřazování z provozu. V dalších stupních přípravné a projektové dokumentace se předpokládá vyhodnocení v následujících oblastech:

2. Projektová příprava (projekty a bezpečnostní dokumentace).
3. Příprava k jednotlivým činnostem, která zahrnuje přípravu objektu (budovy, místnosti, plochy rozvodných sítí a komunikací) a personálu pro zahájení příslušné činnosti.
4. Investice pro realizaci činností (předdemontážní a podemontážní dekontaminace, demontáže, nakládání s RAO, zpracování neaktivních odpadů). V případě variant s demolicí stavby i demolice.

5. Provozní náklady na vykonání jednotlivých činností včetně zpracování odpadů (energie, média, suroviny, mzdy, provizoria, režie ap.).
6. Uložení radioaktivních odpadů.
7. Radiační kontrola včetně monitorování.
8. Fyzická ochrana.

Stanovení cen projektových činností

V současné době neexistuje platný ceník pro určování projektových prací. Z toho důvodu byly náklady na projektové činnosti stanoveny na základě cen analogických prací provedených zhotovitelem nebo zveřejněných v odborné literatuře. Byl použit jednoduchý výpočet na základě pracnosti a standardní hodinové ceny práce, která může být v budoucnu podhodnocena.

Stanovení investičních nákladů

Podklady pro stanovení investičních nákladů byly čerpány :

1. Z katalogových cen obdobných zařízení v současné době vyráběných.
2. Na základě dostupných ceníků firem dodávajících uvažovaný sortiment přístrojové techniky pro ETE .
3. Na základě cen zařízení již dodaných pro provoz ETE, popř. doplněných odborným odhadem.
4. Na základě cen stanovených pro zpracování studie vyřazování JE Temelín z provozu.

Stanovení provozních nákladů

V provozních nákladech byly zahrnuty následující cenové údaje :

- energie (elektrická energie, pára, nafta ap.),
- média (demivoda, kyslík, acetylén, saponát, dekontaminační roztoky ap.),
- mzdy pracovníků,
- materiálové náklady (spotřební materiál, provizoria budovaná k zajištění hlavních činností),
- pro tzv. pomocné činnosti byly uvažovány mzdové náklady, náklady na pravidelnou údržbu provozovaných technologií a náklady na média a energie.

Přehled základních cenových údajů použitých pro výpočet

- elektrická energie 2200 Kč/MWh

• demivoda	200 Kč/m ³
• kyslík	42,30 Kč/ m ³
• acetylén	190 Kč/m ³
• pitná voda	21,75 Kč/m ³
• pracovní síla	270 Kč/hod
• saponát (koncentrát)	40 000 Kč/m ³
• elektrolyt pro polosuchou elektrolýzu	6 000 Kč/m ³
• dekontaminační roztoky	1 700 Kč/m ³
• bentonit	2 000 Kč/m ³
• průměrná cena 1 ks speciálního zařízení pro vyčištění (dekontaminaci)	
• atypických zařízení (nádrže apod.)	5 mil. Kč
• průměrná cena zařízení pro polosuchou dekontaminaci	3 mil. Kč
• průměrná cena provizoria pro realizaci 1 dekont. okruhu	30 000 Kč
• předpokládaná cena potřebných zařízení pro realizaci dekontaminace povrchů skupiny 3 pro 1 objekt a 1 pracovní skupinu	100 000 Kč
• primární fragmentace	700 Kč/hod
• finální fragmentace	400 Kč/hod
• cena sudu z pozinkované oceli	785 Kč
• průměrné náklady na 1 sud cementového produktu	1000 Kč/sud
• náklady na zalití RAO cementovou kaší	1000 Kč/sud
• betonové kontejnery	535 000 Kč/ks
• uložení v geologickém úložišti	100 000 Kč/m ³
• fragmentace RAO	4 mil. Kč
• třídění měkkých RAO	1 500 Kč/m ³ odpadu
• nízkotlaké lisování	500 Kč/m ³ odpadu
• speciální fragmentační zařízení pro demontáže	5 mil. Kč

- mechanická dekontaminace (obroušení stavebních povrchů v tl. cca 2cm)
1 000 Kč/m²

6 Problematika uvádění radionuklidů do životního prostředí

Protože uvolňování materiálů do životního prostředí představuje nejzávažnější riziko případného ohrožení životního prostředí zdroji ionizujícího záření, musí být této činnosti věnována náležitá pozornost a musí být zaveden schválený systém zajištění jakosti.

Na základě výsledků monitorování budou materiály s předpokládaným obsahem radionuklidů v míře umožňující uvolnění do životního prostředí předběžně označeny a zabezpečeny tak, aby se zamezilo jejich další kontaminaci jinými radioaktivními materiály. Protože ve většině případů neumožní úroveň pozadí v aktivním prostředí dostatečně přesné dozimetrické proměření, budou tyto materiály transportovány do samostatného zajištěného vyhrazeného prostoru, kde budou tříděny podle druhu a prováděna měření. Předpokládá se, že pro tyto účely bude nutno použít stanovených měřidel. S ohledem na množství odpadu a jeho různorodou skladbu bude nutné vypracovat speciální metodiky a prokázat, že takto realizovaná měření s dostatečnou spolehlivostí zaručují dodržení legislativně závazných limitů pro vývoz do životního prostředí.

O všech materiálech uvolněných do životního prostředí budou vedeny záznamy dokladující, že byla splněna příslušná kritéria pro uvolnění a bude sledováno i další použití nebo zneškodnění tohoto materiálu.

Organizačními postupy a součinností dozimetrické služby a pracovníků fyzické ochrany musí být zabezpečeno, že žádné materiály z kontrolovaného pásma neopustí kontrolované pásmo bez odpovídající kontroly a evidence.

Jako další kontrolní bod budou monitory vozidel vyjíždějících z areálu, jejichž úkolem je detekovat případné aktivity, které by se mohly vyskytnout ve vyváženém materiálu v důsledku zanedbání předcházejících bezpečnostních a organizačních opatření.

7 Program radiační ochrany a kontroly

Program radiační ochrany a kontroly musí být propracován ve všech fázích přípravy procesu vyřazování a pro všechny činnosti vedoucí k ozáření ionizujícím zářením. Průběžně musí být doplňován a upřesňován podle aktualizovaných vstupních dat z následujících oblastí :

- Informace o technickém stavu jaderného zařízení,

- Informace o úrovních kontaminace technologických zařízení, izotopickém složení, fyzikálně-chemických vlastnostech kontaminantů a pod.
- Informace o radiační situaci v jednotlivých částech jaderného zařízení, dávkových příkonech a povrchové kontaminaci.
- Informace o produkci radioaktivních odpadů a jejich kvalitě.
- Informace o rozhodujících parametrech pro plánování procesu vyřazování z analogických jaderných zařízení ve světě.
- Informace o vývoji technologických postupů využívaných při vyřazování.
- Informace o vývoji legislativy a doporučeních mezinárodních organizací v oblasti radiační ochrany.

7.2 Aplikace principů ALARA

Princip ALARA - snižování rizika ozáření na co nejnižší rozumně dosažitelnou úroveň je promítnut již v projektu jaderného zařízení, což je dobrou výchozí situací i pro proces vyřazování. Jednotlivá technologická zařízení pracující s radioaktivními látkami jsou umístěna v samostatných prostorech odstíněných od sousedních prostorů, vzduchotechnické systémy odsávají vzduch z místností s výskytem vyšší aktivity tak, aby směr proudění a tlakové poměry zabránily průnikům aktivity do místností s nižší aktivitou nebo čistých, převažuje dálkové ovládání technologických zařízení.

Zásady optimálního řešení z hlediska ozáření je nutné aplikovat ve všech přípravných činnostech i v průběhu realizace až po konečné uzavření úložiště.

7.2.1 Projektová příprava

V projektové přípravě je nutné nejen navrhnout takové řešení, které zabezpečí nepřekročení základních a odvozených limitů, ale je nutné snížit negativní vlivy na co nejnižší rozumně dosažitelnou úroveň tak, aby dosažený přínos nebyl menší, než výše vynaložených nákladů. Základním problémem plánování procesu vyřazování přitom je, že přínosy dosažené pro určitou činnost obvykle znamenají přenesení zátěží na předcházející či navazující činnosti, například :

- Předdemontážní dekontaminace snižuje rizika při demontážích, ale znamená vyšší rizika pro pracovníky provádějící dekontaminace a vyšší produkci kapalných radioaktivních odpadů i zátěže personálu linky pro jejich zpracování.
- Demontáže zařízení po větších manipulačních celcích snižují dobu potřebnou k demontáži a tím i ozáření pracovníků, ale zvyšují pracnost při přepravě a fragmentaci v uzlu zpracování a úpravy RAO a dávky jiných pracovníků.

- Podemontážní dekontaminace zvyšuje množství materiálu uvolnitelného do životního prostředí, ale současně zvyšuje zátěže pracovníků provádějících tyto dekontaminace.
- Třídění demontovaného materiálu a redukce jeho objemu snižuje objemové nároky na prostory úložiště, ale zvyšuje rizika pracovníků.
- Dokonalé zmapování radiační situace umožňuje lépe ocenit rizika a optimalizovat pracovní postupy, ale přináší další ozáření pracovníků dozimetrické služby.
- Vyšší počty pracovníků nasazovaných na jednotlivé úkoly snižují osobní dávky ale z důvodu nutných prostojů při předávání služeb zvyšují kolektivní dávku.
- Použití neúměrně nákladné techniky sice znamená snížení pracnosti při jedné konkrétní činnosti a snížení rizika, ale odčerpává prostředky, které by mohly v jiné oblasti znamenat větší přínos.
- Uvolňování materiálů do životního prostředí představuje rizika úniku nedekované aktivity, ale znamená úspory úložných prostor vybavených bariérami dimenzovanými na vskutku nebezpečné aktivity.

Z hlediska radiační ochrany je tudíž potřebné jednotlivé dílčí problematiky řešit provázaně tak, aby celková suma přínosů nebyla menší než míra vynaložených nákladů a současně aby přínos dosažený v jedné fázi nebyl menší než náklady ve fázích navazujících.

7.2.2 Vyřazování

V průběhu vyřazování je nutné sledovat, zda předpoklady obsažené v projektu jsou naplněny a zda je dosahováno vytčených cílů. Veškeré odchylky od parametrů ovlivňující úroveň radiační ochrany je nutné vyhodnocovat a operativně hledat alternativní řešení. Rovněž je nutné sledovat informace využitelné pro další zlepšení pracovních procesů. Jedná se zejména o:

- Parametry charakterizující radiační situaci.
- Pracnost a časovou náročnost jednotlivých činností.
- Spolehlivost používaných zařízení.
- Zkušenosti z již provedených činností.
- Osobní dávky a kolektivní dávky skupin vymezených okruhem jejich působnosti.
- Informace o možnosti využití modernějších technologií, pracovních nástrojů a pomůcek.

Pro všechny pracovní činnosti mající vztah k radiační ochraně je nutné vypracovat pracovní postupy dle zavedeného systému jakosti.

7.3 Zásady pracovních postupů

Každý pracovník pověřený úkoly v kontrolovaném pásmu musí být prokazatelně instruován o úkolech které má splnit, o způsobu jakým má úkol provést, rizicích spojených s tímto úkolem i o v úvahu připadajících mimořádných událostech a správném jednání v takové situaci.

Pracovní postupy musí být zpracovány podle závazné osnovy vystihující charakter prováděné činnosti, ověřena jejich vhodnost pro aktuální úkoly a průběžně inovovány při změnách podmínek nebo při získání dalších zkušeností.

Musí být určení specialisté odpovědní za vypracování pracovních postupů a způsob nezávislé kontroly prověřující jak optimální řešení plánované činnosti, tak dodržování závazných postupů pracovníky.

Pracovní postup by měl v zásadě zahrnovat následující body :

- Místo výkonu pracovní činnosti.
- Přístupovou cestu na pracovní místo.
- Únikovou cestu z pracoviště v případě ohrožení.
- Úroveň očekávaného příkonu efektivní dávky a tomu odpovídající přípustnou dobu pobytu na pracovním místě z hlediska osobní dávky.
- Úroveň kontaminace na pracovišti.
- Přesný popis pracovního úkonu.
- Seznam nástrojů a přípravků potřebných pro provedení činnosti.
- Určení potřebných ochranných pracovních pomůcek.
- Poučení o v úvahu připadajících jiných rizicích.
- Poučení o správném postupu při mimořádné události.
- Stanovení způsobu předání pracoviště a informování o ukončení činnosti a důležitých poznatkách.

7.4 Rizika a opatření k jejich minimalizaci

Z hlediska rizika ozáření je nutno omezit či zcela eliminovat všechny cesty podílející se na efektivních dávkách.

Vnější ozáření

Účinkům vnějšího ozáření budou vystaveni všichni pracovníci kontrolovaného pásma. Není reálná možnost jak tento vliv zcela eliminovat. K omezení úrovně vnějšího ozáření různou měrou přispívají následující opatření :

- Znalost radiační situace vycházející z výsledků monitorování před zahájením činnosti i v průběhu činnosti a tomu odpovídající chování v blízkosti zdrojů ionizujícího záření.
- Využití technologických postupů nevyžadujících přímou přítomnost obsluhy.
- Minimalizace doby pracovního výkonu použitím vhodné technologie a předchozím nácvikem obtížnějších činností.
- Dekontaminace prostor a zařízení před zahájením činnosti.
- V případě potřeby instalace stínění snižujícího v místě pracovního výkonu dávky od sousedních zdrojů.

Inhalace radioaktivních látek

Vdechnutí radioaktivních látek hrozí zejména v prostorách s výskytem nefixované povrchové kontaminace a při činnostech kdy se mohou z dekontaminovaného, demontovaného nebo fragmentovaného zařízení uvolňovat do vzduchu radioaktivní částice. K omezení ozáření je nutno dle povahy práce volit v přiměřené míře tato opatření :

- Volit technologické postupy s co nejmenším rizikem tvorby kontaminantů v ovzduší.
- V místnostech kontrolovaného pásma udržovat v činnosti vzduchotechnické systémy.
- Na pracovištích s vyšší prašností instalovat provizorní odsávací zařízení.
- Používat osobní ochranné pomůcky – respirátor.

Ingeste radioaktivních látek

Riziko požití radioaktivních látek připadá v úvahu jen při hrubém porušení hygienických a pracovních předpisů. K zamezení tohoto rizika je nutné :

- Důsledně dbát na dodržování zákazu konzumace potravin v kontrolovaném pásmu a nepřipustit donášení potravin na pracoviště.
- Důsledně dbát na dodržování osobní hygieny a nepřipustit, aby kontaminovaná osoba opustila hygienickou smyčku bez náležité očisty.

7.5 Monitorování

Monitorování radiační situace je nedílnou součástí celého procesu vyřazování a je zdrojem informací potřebných průběžně ve všech fázích přípravy, realizace i konečného uzavření úložiště. Monitorováním se shromažďují podklady pro zpracování projektů, vypracování pracovních postupů, zajištění radiační ochrany pracovníků i ochrany životního prostředí. Vyhodnocování výsledků monitorování umožňuje kontrolovat míru plnění plánovaných úkolů k zajištění radiační ochrany, detekovat odchylky od předpokládaných hodnot sledovaných parametrů a v případě ohrožení zdraví osob či kvality životního prostředí iniciovat opatření vedoucí k nápravě.

Veličiny důležité z hlediska radiační ochrany jsou dle Vyhl. č. 184, Hl. V, vymezené v Programu monitorování, který podléhá schválení SÚJB.

7.5.1 Monitorování pracovního prostředí

Monitorování pracovního prostředí je zaměřeno na kontrolu :

- Dávkových příkonů v jednotlivých prostorech kontrolovaného pásma.
- Úrovně kontaminace povrchů technologických zařízení.
- Úrovně kontaminace stavebních povrchů.
- Výskytu radioaktivních látek ve vdechovaném vzduchu.

Monitorování se provádí v rozsahu potřebném pro navazující činnosti, což předpokládá vytvoření monitorovacích plánů pro :

- Dokumentaci stavu jaderného zařízení ke zpracování projektové přípravy.
- Aktualizaci radiační situace před zahájením přípravy základních pracovních postupů.
- Doplnění údajů pro vypracování konkrétních pracovních postupů k jednotlivým dílčím činnostem.
- Asistence při výkonu rizikových operací.
- Vyhodnocení radiační situace po provedení činností, které by mohly vyvolat jejich změnu.

Ke kontinuálnímu monitorování radiační situace budou využívány stabilní provozní monitory umístěné v kontrolovaném pásmu až do konce jejich životnosti. Poté budou nahrazeny v rozsahu nezbytně nutném pro vyřazovací činnosti v době jejich zahájení. Nově budované provozy pro vyřazování musí být, tam kde hrozí radiační rizika vybaveny novým odpovídajícím monitorovacím systémem.

Většinu parametrů bude nutno získávat pomocí přenosných dozimetrických přístrojů vhodného typu pro potřebnou přesnost vyžadovaných měření.

Velký objem prací bude spočívat v laboratorním vyhodnocování odebraných otěrů, filtrů a dalších vzorků dokumentujících stav pracovního prostředí (čistoty povrchů opracovávaného materiálu, čistoty stavebních povrchů, kontaminace v ovzduší, kontaminace nástrojů a pracovních pomůcek).

7.5.2 Osobní dozimetrie

Úkolem osobní dozimetrie je dbát na dodržování zásad radiační ochrany osob, poskytovat údaje o osobních i kolektivních dávkách pro plánování dalších činností a pro vedení zákonem stanovené dokumentace. V případě ohrožení pracovníka umožnit včasná opatření k eliminaci dalšího rizika.

Osobní dozimetrie je zaměřena na kontrolu :

- Osobních efektivních respektive ekvivalentních dávek.
- Kontrolu zamoření povrchu těla a oděvů.
- Kontrolu vnitřní kontaminace.

K tomuto účelu musí být každá osoba vstupující do kontrolovaného pásma vybavena schválenými typy osobních dozimetrů, které umožní :

- Přímý odečet efektivní dávky v aktuálním čase.
- Zjištění ekvivalentní dávky v extrémně exponovaných částech těla, pokud jsou vykonávány práce vedoucí k tomuto druhu ozáření.
- Varovnou signalizaci při nastavené hodnotě dávky nebo dávkového příkonu.
- Hodnověrnou dlouhodobou evidenci osobních dávek každého pracovníka.

Každá osoba vystupující z kontrolovaného pásma musí procházet hygienickou smyčkou vybavenou monitory s potřebným rozsahem pro zjištění sledovaných úrovní kontaminace. Na pracovištích, kde je zvýšené riziko kontaminace musí být k dispozici monitory umožňující průběžně kontrolovat kontaminaci osob - především kontaminaci rukou. Asistence dozimetrické služby při extrémně rizikových činnostech zabezpečuje i okamžitou detekci zamoření osob přenosnými přístroji.

Pracoviště pro monitorování vnitřní kontaminace je součástí zdravotního střediska, kde se musí všichni pracovníci zúčastnění na vyřazování podrobovat pravidelným prohlídkám a v případě podezření na vnitřní kontaminaci musí být vyšetřeni okamžitě.

7.5.3 Evidence radioaktivních materiálů

Důležitým úkolem při realizaci vyřazování bude vedení evidence všech radioaktivních materiálů, která musí zajistit následující cíle v jednotlivých fázích vyřazování:

- Předběžná specifikace radioaktivních materiálů pro projekční přípravu.

- Aktualizace specifikace radioaktivních materiálů po ukončení provozu.
- Označení konkrétních radioaktivních zařízení před zahájením dekontaminačních a demontážních prací.
- Evidence všech pomocných zařízení, pracovních pomůcek a nástrojů kontaminovaných při vyřazování.
- Evidence všech materiálů předávaných ke zpracování a úpravě radioaktivních odpadů.
- Evidence všech radioaktivních odpadů ukládaných do úložiště.
- Evidence všech materiálů předpokládaných pro uvolnění do životního prostředí.

Evidence se vede na základě podkladů získaných při monitorování. Evidenční záznamy musí být vedeny formou nejvhodnější pro sledované účely, předpokládá se počítačová databáze. Evidence radioaktivních odpadů musí být vedena v souladu s příslušnou legislativou.

7.5.4 Kontrola materiálů uvolňovaných do životního prostředí

Kontrola materiálů uvolňovaných do životního prostředí je jedním z důležitých úkolů programu monitorování, protože představuje nejzávažnější riziko případného ohrožení životního prostředí zdroji ionizujícího záření.

Na základě výsledků monitorování budou materiály s předpokládaným obsahem radionuklidů v míře umožňující uvolnění do životního prostředí předběžně označeny a zabezpečeny tak, aby se zamezilo jejich další kontaminaci jinými radioaktivními materiály. Předpokládá se, že pro tyto účely bude nutno použít stanovených měřidel.

O materiálech uvolněných do životního prostředí budou vedeny záznamy a bude sledováno i další použití nebo zneškodnění tohoto materiálu. Musí být zabezpečeno, že žádné materiály z kontrolovaného pásma neopustí areál bez odpovídající kontroly a evidence.

Jako další kontrolní bod budou monitory vozidel vyjíždějících z areálu, jejichž úkolem je detekovat případné aktivity, které by se mohly vyskytnout ve vyváženém materiálu v důsledku zanedbání předcházejících bezpečnostních a organizačních opatření.

7.5.5 Monitorování životního prostředí

Monitorování životního prostředí v lokalitě bylo zahájeno ještě v průběhu výstavby jaderného zařízení v dostatečném předstihu před uvedením do provozu, aby bylo možno získat dostatečné množství údajů pro statistické vyhodnocení. V monitorování bude pochopitelně pokračováno po celé období provozu HÚ a počítá se i s pokračováním po celé období vyřazovacích činností.

Monitorování životního prostředí dotváří úplnost informací získaných měřeními přímo v lokalitě k posouzení vlivu jaderného zařízení na obyvatelstvo a přírodu. Jde především o vliv radionuklidů, vypouštěných do ovzduší a do vodoteče, případně i o vliv úniku radioaktivních látek, ke kterým by mohlo dojít při nehodových stavech.

Monitorování sleduje :

- Kontrolu dávkových ekvivalentů (příkonů dávkového ekvivalentu).
- Kontrolu objemových aktivit radionuklidů v ovzduší.
- Kontrolu spadu radionuklidů z atmosféry.
- Kontrolu objemových aktivit radionuklidů ve vodách.
- Kontrolu plošných a objemových aktivit radionuklidů ve vzorcích životního prostředí.

O výsledcích monitorování budou vedeny záznamy umožňující dokladování dodržení stanovených limitních zátěží životního prostředí. V případě zjištění odchylek od statistických hodnot indikujících možnost zvýšených zátěží z důvodů úniků radionuklidů, budou provedeny doplňkové odběry a měření k zjištění zdroje znečištění a možnosti provedení příslušných nápravných opatření.

8 Hodnocení radiační ochrany pracovníků

Pracovníky zúčastněné na vyřazování úložiště z provozu lze rozdělit podle činností a tím i radiačního rizika do následujících skupin :

1. Pracovníci kontrolovaného pásma, kteří přicházejí pravidelně do styku s radioaktivními materiály.
2. Technici a řídicí pracovníci, kteří vstupují do kontrolovaného pásma na omezenou část pracovní doby k provedení revizí, údržby a kontrol.
3. Ostatní zaměstnanci pracující v nadzemních prostorách úložiště, kteří nepřicházejí do styku s radioaktivními materiály (různé dělnické profese stavební a technologické údržby, administrativní pracovníci a pod.).

Z hlediska radiační ochrany představují kritickou skupinu zaměstnanců pracovníci první skupiny, pracovníci druhé skupiny budou vystaveni významně nižším vlivům ionizujícího záření a u pracovníků třetí skupiny nelze očekávat žádnou radiační zátěž vyplývající z jejich pracovních činností na úložišti.

Při zpracování projektu vyřazování technologické části kontrolovaného pásma jsou dodržovány zásady principu ALARA vedoucí k racionální ekonomické minimalizaci ozáření pod stanovené hygienické limity.

Projekt bezpečně zajišťuje, že při plánovaných činnostech i za abnormálních situací nemůže dojít k ozáření pracovníka, které by znamenalo překročení roční efektivní dávky 20 mSv. Tím je zajištěno nepřekročení základního limitu pro pracovníky se zdroji, který je 50 mSv/rok a 100 mSv za období pěti po sobě jdoucích let.

Převážná část prostor kontrolovaného pásma, kde bude obsluha pobývat největší část pracovní doby jsou řešeny tak, aby příkon efektivní dávky byl pod hranicí pro kontrolované pásmo, tj. nižší než 2,5 μ Sv/h.

Z charakteru práce vyplývá, že roční efektivní dávky pracovníků kontrolovaného pásma lze očekávat v průměru v rozpětí < 5 mSv/rok.

Při dalším prohlubování technického řešení budou proto uplatňovány koeficienty pro hodnocení přínosu opatření na snižování dávek odpovídající 3/10 limitu ozáření jednotlivce.

9 Hodnocení vlivu na obyvatelstvo a životní prostředí

Vyřazení hlubinného úložiště z provozu znamená snížení radiačních rizik okolního obyvatelstva i životního prostředí. Vlastní průběh vyřazování nepřináší další rizika a končí vyjmutím lokality nadzemní části lokality z působnosti Atomového zákona.

Radioaktivní odpady z vyřazování nebudou transportovány po veřejných komunikacích, protože budou ukládány přímo do podzemní části HÚ a proto neuvažujeme s radiační zátěží vyvolanou v jiných lokalitách.

Celkové hodnocení vlivu na životní prostředí a obyvatelstvo vychází z podkladů dostupných v úrovni zpracování referenčního projektu. Termín uvedení do provozu je v daleké budoucnosti a nejsou tudíž k dispozici provozní údaje o výpustích radioaktivních látek znamenajících radiační vlivy na obyvatelstvo a životní prostředí. Lze však z úrovně předpokládaného technického řešení konstatovat, že očekávatelné vlivy budou nižší, než směrné hodnoty ozáření považované za průkazné pro prokázání rozumně dosažitelné úrovně radiační ochrany.

9.1 Výpusti radioaktivních látek v průběhu vyřazování

Výpusti radioaktivních látek do životního prostředí se v průběhu vyřazování nepředpokládají. Množství uvolňovaných radionuklidů, jak pokud jde o objemové aktivity, tak i z hlediska roční bilance bude závislé na přirozeném obsahu radioaktivních prvků v horninovém prostředí. Není důvodu předpokládat, že by oproti normálnímu provozu mohlo dojít ke zhoršení.

9.2 Materiály uvolněné do životního prostředí

Materiály uvolňované do životního prostředí nesmí obsahovat radionuklidy v míře přesahující uvolňovací limity. K tomuto účelu bude vybaveno speciální pracoviště a zaveden systém jakosti pro tento proces, který lze charakterizovat jako stěžejní.

Uvolňování materiálů do životního prostředí nemůže v žádném případě zvýšit obsah radionuklidů v míře znamenající radiační rizika.

9.3 Radiační zátěž kritické skupiny obyvatelstva

Celkově lze konstatovat, že kritická skupina z provozního období bude procesem vyřazování zbavena dosavadních zátěží. Z dlouhodobého hlediska při uvážení postupné ztráty funkčnosti inženýrských bariér bude radiační zátěž v lokalitě dána možnou migrací radionuklidů v hostitelské hornině do vod a životního prostředí. Tyto efekty jsou předmětem dalších výzkumných prací a konečné vyhodnocení bude možné až po zjištění parametrů prostředí v konkrétní zkoumané lokalitě. Základní podmínkou pro situování úložiště však je, aby tato potenciální rizika byla i pro následující generace maximálně v úrovni přijatelné z dnešních principů radiační ochrany.

10 Bezpečnostní rozbory

Rizika související s procesem vyřazování lze rozdělit na rizika v období, kdy budou prováděny činnosti související s vyřazováním a na rizika následná vyplývající z dlouhodobé depozice radioaktivních látek v hostitelském prostředí lokality. Z hlediska možného rozsahu lze dále rozlišovat události působící v omezeném prostoru pracoviště a ohrožující pouze osoby zúčastněné na vyřazování a události, které by svým rozsahem mohly ohrozit životní prostředí a okolní obyvatelstvo.

10.1 Bezpečnost v průběhu vyřazování

Mimořádné události přicházející v úvahu v průběhu vyřazování lze vzhledem k možným následkům rozdělit na události s radiačními následky a události bez radiačních následků. Pravděpodobnost vzniku těchto situací bude možné odhadnout až z konkrétního technologického postupu vyřazování a následky kvantitativně ocenit až na základě výsledku monitorování zdrojů potencionálního ohrožení. Proto musí být bezpečnostní rozbory propracovávány průběžně s přípravnou dokumentací a jejich výsledky se musí zpětně promítat do technických a organizačních opatření eliminujících zjištěná rizika. V této úrovni dokumentace referenčního projektu lze pouze obecně specifikovat v úvahu připadající mimořádné události, teoreticky možné následky a opatření nutná pro omezení iniciace události a provedení nápravných opatření pokud i přes provedená preventivní opatření událost nastane.

10.1.1 Mimořádné události s možnými radiačními následky

10.1.1.1 Únik kapalného radioaktivního média ze systému

V úvahu připadající systém - technologický okruh shromažďování a zpracování provozních radioaktivních odpadů, tj. použitých dekontaminačních roztoků.

Iniciační událost - netěsnost v důsledku vady materiálu, svarového spoje, koroze a pod.

Následky - výtok média do systému speciální kanalizace kontrolovaného pásma, zamoření vnějších povrchů místnosti, kde k úniku došlo.

Hodnocení - jedná se o nehodu s lokálními následky neohrožující okolí a životní prostředí. Dekontaminace a následná oprava zařízení nevyžaduje zvláštní prostředky a postupy. Riziko kontaminace osob je omezeno na pracovníky eventuálně přítomné v okamžiku úniku a pracovníky provádějící následnou dekontaminaci.

Prevence - periodická kontrola technického stavu zařízení a včasná údržba.

10.1.1.2 Únik radioaktivních látek do ovzduší

V úvahu připadající zdroje - odpar obsahující radioaktivní aerosoly v případě úniku radioaktivních kapalin, zvíření prachu obsahujícího radioaktivní částice při obrušování kontaminovaných ploch.

Iniciační událost - netěsnost zařízení, nedostatečné místní odsávání.

Následky - zvýšení objemové aktivity v ovzduší kontrolovaného pásma, radioaktivní částice budou odvedeny systémem speciální ventilace a zachyceny na filtrech.

Hodnocení - jedná se o událost s lokálními následky neohrožující okolí a životní prostředí. Riziko vnitřní kontaminace je omezeno na pracovníky eventuálně přítomné v okamžiku úniku.

Prevence - periodická kontrola technického stavu zařízení a včasná údržba, volba vhodných pracovních postupů a ochranných pomůcek.

10.1.1.3 Kontaminace v průběhu dekontaminačních prací

V úvahu připadající zdroje - vyřazovaná zařízení s povrchovou kontaminací.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, chyba pracovníka.

Následky - rozšíření kontaminace na prostor kontrolovaného pásma, možná kontaminace pracovníka.

Hodnocení - jedná se o událost s lokálními následky neohrožující okolí a životní prostředí. Riziko kontaminace je omezeno na pracovníky zúčastněné na právě prováděné činnosti.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů a ochranných pomůcek, výcvik personálu.

10.1.1.4 Kontaminace v průběhu demontáže zařízení

V úvahu připadající zdroje - technologické zařízení nebo povrch stavební konstrukce se zbytkovou povrchovou kontaminací.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, chyba pracovníka.

Následky - rozšíření kontaminace na prostor kontrolovaného pásma, možná kontaminace pracovníka.

Hodnocení - jedná se o událost s lokálními následky neohrožující okolí a životní prostředí. Riziko kontaminace je omezeno na pracovníky zúčastněné na právě prováděné činnosti.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů (dle výsledku monitorování) a ochranných pomůcek, výcvik personálu.

10.1.1.5 Kontaminace v průběhu zpracování radioaktivních odpadů vznikajících při vyřazování

V úvahu připadající zdroje - technologické zařízení nebo povrch stavební konstrukce se zbytkovou povrchovou kontaminací.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, chyba pracovníka.

Následky - rozšíření kontaminace na prostor kontrolovaného pásma, možná kontaminace pracovníka.

Hodnocení - jedná se o událost s lokálními následky neohrožující okolí a životní prostředí. Následky jsou odstranitelné opakovanou dekontaminací dzasažených prostor kontrolovaného pásma. Riziko je omezeno na pracovníky zúčastněné na právě prováděné činnosti.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů (dle výsledku monitorování) a ochranných pomůcek, výcvik personálu.

10.1.1.6 Ozáření pracovníka

V úvahu připadající zdroje - technologické zařízení nebo povrch stavební konstrukce se zbytkovou povrchovou kontaminací.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, chyba pracovníka.

Následky - vnější případně i vnitřní ozáření pracovníka přesahující hygienické limity.

Hodnocení - jedná se o událost ohrožující zdraví dotčeného pracovníka, ale neohrožující okolí a životní prostředí.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů (dle výsledku monitorování) a ochranných pomůcek, výcvik personálu.

10.1.1.7 Vyvezení kontaminovaného materiálu do životního prostředí

V úvahu připadající zdroje - technologické zařízení nebo povrch stavební konstrukce se zbytkovou povrchovou kontaminací.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, několikanásobné pochybení zodpovědných pracovníků.

Následky - vyvezení materiálu nesplňujícího limity pro uvolnění do životního prostředí.

Hodnocení - jedná se o událost ohrožující životní prostředí a následně jedince z obyvatelstva, kteří by mohli přijít do styku s těmito materiály.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů, zavedení systému jakosti pro proces uvolňování látek do ŽP, násobná kontrola vyvážených materiálů stanovenými měřidly, výcvik personálu.

10.1.2 Ostatní rizika

10.1.2.1 Úraz při manipulaci s materiálem, demoličních a demontážních pracích

V úvahu připadající úrazy - pád z výšky, zasažení padajícím předmětem, řezná poranění a pod.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, nepozornost pracovníků.

Následky - lehká i velmi vážná zdravotní poškození dle mechanismu úrazu.

Hodnocení - jedná se o události ohrožující zdraví a životy zúčastněných pracovníků.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů, zavedení systému jakosti pro proces vyřazování, výcvik personálu a kontrola dodržování zásad bezpečnosti práce.

10.1.2.2 Úraz elektrickým proudem

V úvahu připadající úrazy - zasažení proudem v důsledku technické závady nebo pochybení pracovníků.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, nepozornost pracovníků, technická závada.

Následky - lehká i velmi vážná zdravotní poškození dle okolností úrazu.

Hodnocení - jedná se o události ohrožující zdraví a životy zúčastněných pracovníků.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů, zavedení systému jakosti pro proces vyřazování, výcvik personálu a kontrola dodržování zásad bezpečnosti práce.

10.1.2.3 Požár nebo výbuch

V úvahu připadající události - zahoření hořlavého materiálu vznikajícího nebo používaného při vyřazování, výbuch plynů z tlakových lahví používaných při řezání plamenem.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, nepozornost pracovníků, technická závada.

Následky - lehká i velmi vážná zdravotní poškození dle okolností úrazu, materiální škody na zařízení používaných při vyřazování.

Hodnocení - jedná se o události ohrožující zdraví a životy zúčastněných pracovníků bez nebezpečí dalšího rozšíření do okolí.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů, zavedení systému jakosti pro proces vyřazování, výcvik personálu a kontrola dodržování zásad bezpečnosti práce.

10.1.2.4 Únik ropných produktů

V úvahu připadající události - únik pohonných hmot či maziv z mechanismů používaných při vyřazování.

Iniciační událost - nevhodný pracovní postup, nepozornost pracovníků, technická závada.

Následky - lokální zamoření zasažené plochy.

Hodnocení - jedná se o události lokalizovatelnou v prostoru úniku bez nebezpečí dalšího rozšíření do okolí.

Prevence - volba vhodných pracovních postupů, zavedení systému jakosti pro proces vyřazování, výcvik personálu a kontrola dodržování zásad bezpečnosti práce.

10.2 Bezpečnost úložiště po uzavření

Po uzavření úložiště lze konstatovat, že rizika daná možnými vnějšími vlivy (pád letadla, teroristický útok, válečné události) jsou dostatečně spolehlivě eliminována koncepcí úložiště, tj. hlubinným uložením radioaktivních materiálů.

Rizika vyplývající z přírodních vlivů (seismicita, hydrogeologie krajiny a pod) jsou podrobně zkoumána v příslušných částech dokumentace EIA a zadávací bezpečnostní zprávy a jsou rozpracovány matematické modely hodnocení těchto rizik. Konkrétní analýzy bude možné provést až po výběru lokality a zjištění parametrů nutných pro zmíněné výpočty.

11 Vnitřní havarijný plán

Koncepce vnitřního havarijního plánu v období přípravy k demontáži a v období demontáže navazuje na koncepci provozního havarijního plánu, je však nutné přihlídnout k určité specifice těchto období.

Pro jednotlivé činnosti prováděné během vyřazování je nutné uvažovat s následujícími mimořádnými událostmi:

Příprava k demontáži :

- (a) netěsnost systému, únik kapalných RAO z dekontaminačních činností,
- (b) výpadek speciální vzduchotechniky, který má za následek neschopnost systému udržet podmínky bezpečného provozu,
- (c) porušení těsnosti vzduchotechnického systému, při níž dochází k úniku radioaktivních plynů a aerosolů,
- (d) pád sudu s cementovým produktem při jeho ukládání, jeho následná deformace a porušení integrity,
- (e) požár v objektu.

Demontáž :

- (a) výpadek speciální vzduchotechniky, který má za následek neschopnost systému udržet podmínky bezpečného provozu během demontáží,
- (b) porušení těsnosti vzduchotechnického systému, při níž dochází k úniku radioaktivních plynů a aerosolů,
- (c) pád demontovaného příp. ukládaného zařízení,
- (d) narušení stavebních bariér v důsledku demolic před ukončením etapy demontáže,
- (e) požár v objektu.

Pro eliminaci vzniku mimořádných událostí je nutné nejen odpovídající technické vybavení, ale i průprava a instruktáž pracovníků. Zjišťování vzniku, posuzování závažnosti, vyhlášení mimořádné události a veškeré činnosti prováděné k její minimalizaci a následnému odstranění se budou řídit předpisy vydanými v rámci provozního vnitřního havarijního plánu.

Během celého období vyřazování je nutno zohlednit i situace, které by mohly nastat v důsledku vnějších vlivů :

- (a) pád letadla na nadzemní objekty úložiště před dokončením vyřazování,
- (b) průmyslová havárie v okolí spojená s únikem škodlivých látek a ohrožující personál,
- (c) seismická událost, která by měla za následek poškození bariér nadzemní příp. podzemní části úložiště,

- (d) zaplavení vodou podzemní části úložiště,
- (e) teroristický útok,
- (f) válečná událost.

12 Průkaz zajištění fyzické ochrany při vyřazování

Po celou dobu vyřazování hlubinného úložiště dle této varianty bude zajištěna fyzická ochrana dle platné legislativy, to je v současné době dle platné Vyhlášky č. 144/1997 Sb. (o fyzické ochraně jaderných materiálů a jaderných zařízení). Fyzická ochrana včetně činnosti zásahové jednotky bude zajišťována nepřetržitě po celou dobu vyřazování.

Technický systém fyzické ochrany se bude po celou dobu vyřazování skládat z těchto systémů:

- systém kontroly vstupu osob, vjezdu vozidel a železniční vlečky,
- systém vnějších a vnitřních bariér,
- systém průmyslové televize,
- technické a programové vybavení řídicího systému,
- systém vnitřní a vnější komunikace,
- systém napájení.

Do lokality bude pouze jeden kontrolovaný vstup pro osoby, jeden kontrolovaný vjezd pro vozidla. Tyto vstupy budou vybaveny i dozimetrickými rámy, detektory kovů, výbušnin. Po celou dobu vyřazování bude v provozu jeden kontrolovaný vjezd železniční vlečky. Počet vstupů a vjezdů do objektu bude minimalizován.

Po celou dobu vyřazování bude ve funkci izolační zóna (vnější bariéra) o minimální šířce 6 m, která bude ohraničena dvěma ploty o minimální výšce 2,5 m a další mechanické zábranné prostředky znemožňující neoprávněný průjezd vozidla a vjezd vlakové soupravy. Vnější bariéra bude vybavena dvěma detekčními systémy, které budou pracovat na různých fyzikálních principech. Jeden z těchto detekčních systémů bude mít vždy charakter objemové detekce. Izolační zóna bude vybavena systémem průmyslové televize a osvětlením, které umožňuje použití kamer průmyslové televize. Z obou stran izolační zóny (vnější bariéry) bude neustále volný terén o šířce 6 m.

Aktivní objekt, jeho stěny nebo místnosti uvnitř chráněného prostoru, budou po celou dobu demontáže a demolice ostatních objektů zabezpečeny detekčním systémem doplněným systémem průmyslové televize.

Veškeré informace z prvků a zařízení technického systému fyzické ochrany budou po celou dobu vyřazování sledovány a vyhodnocovány.

System technických prostředků fyzické ochrany bude napájen stejně jako dříve provozovaný systém.

13 Program zajištění jakosti

Požadavek na Program zabezpečování jakosti vychází ze Zákona č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (Atomový zákon) a z navazující prováděcí Vyhlášky č. 214/1997 Sb. o zabezpečování jakosti při činnostech souvisejících s využíváním jaderné energie a činnostech vedoucích k ozáření a o stanovení kritérií pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd.

Podle § 1 vyhlášky č. 214/1997 Sb. se stanovuje pro jednotlivé činnosti dle atomového zákona :

- (a) zavedení systému jakosti,
- (b) požadavky na systém jakosti,
- (c) požadavky na zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd,
- (d) požadavky na náplň programů zabezpečování jakosti,
- (e) kritéria pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd,
- (f) rozsah a způsob provedení seznamu vybraných zařízení.

13.2 Zavedení systému jakosti pro proces vyřazování

Podle § 2 „Zavedení systému jakosti“ Vyhl. č. 214/97 Sb. je provozovatel povinen zavést pro činnosti při umístování, výstavbě, uvádění do provozu, provozu i **vyřazování z provozu** systém jakosti a před prováděním příslušné činnosti jej zdokumentovat (v rozsahu § 3 až § 24 této Vyhl.). Formou zdokumentování systému jakosti je tzv. Program zabezpečování jakosti, jehož náplň je stanovena v § 32 Vyhl. č. 214/97 Sb.

Při zavádění systému jakosti pro činnosti při vyřazování z provozu bude základním podkladem v té době platný „Program zabezpečování jakosti pro provoz“, který bude upraven podle potřeb procesu vyřazování v dotčených oblastech (částech) a bude předložen jako součást dokumentace pro povolení vyřazování HÚ z provozu.

Podle požadavků na systém jakosti (§ 3 až § 5 Vyhl. č. 214/97 Sb.) budou změny při procesu vyřazování **zejména v oblastech** :

- výčtu tzv. položek (výrobků, činností, vztahů, systémů a osob) důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany,
- stanovení odpovědností, pravomocí a vzájemných vazeb osob, které řídí, vykonávají, hodnotí a ověřují činnosti ovlivňující jakost položek důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany,

- stanovení postupů pro dílčí činnosti nebo jejich ucelené soubory (tzv. procesy) důležité z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany,
- výstupů (tzv. výrobků) z dílčích činností (procesů), které musí být ve shodě se stanovenými požadavky (technické předpisy, podmínky, normy ap.).

13.3 Posouzení programu zabezpečování jakosti pro proces vyřazování ve vazbě na program zabezpečování jakosti při provozu HÚ

Program zabezpečování jakosti (PZJ) pro proces vyřazování HÚ bude vycházet ze stejných zásad jako Program zabezpečování jakosti pro provoz platný v době ukončování provozu s tím, že při vypracování PZJ pro vyřazování bude nutné se zaměřit především na změny v charakteru činností, které nastanou po ukončení ukládání VJP. To znamená, že nebudou potřebné činnosti spojené s řízením ukládání VP do podzemní části HÚ, ani s tím spojené sledování příslušných položek, procesů a výrobků důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany.

13.3.1 Požadavky na systém jakosti

Požadavky na systém jakosti jsou dány v rozsahu Vyhl. č. 214, § 3 až 24. V rozsahu požadavků těchto paragrafů bude zpracováván PZJ pro provoz HÚ. Tento PZJ pro provoz bude plnit následující účely :

- stanovení politiky a systému jakosti,
- stanovení zásad managementu jakosti,
- stanovení obecných zásad procesů,
- stanovení struktury řídicích dokumentů,
- dokumentování systému jakosti,
- vyhodnocování účinnosti systému jakosti.

Obecné požadavky na systém jakosti pro vyřazování HÚ z provozu budou obdobné jako pro jeho provoz. Odlišnosti se projeví v Programu zabezpečování jakosti zpracovávaném v rámci dokumentace pro povolení vyřazování.

13.3.2 Požadavky na náplň programů zabezpečování jakosti

Požadavky na náplň PZJ jsou dány Vyhl. č. 214/97 Sb. § 32. Struktura a obecná pravidla PZJ pro vyřazování budou shodná s PZJ pro provoz, náplň jednotlivých částí bude odlišná a upraveny budou (ve vazbě na činnosti prováděné při jednotlivých etapách vyřazování) zejména následující oblasti :

- Cíl, strategie a politika při vyřazování.

- Organizace řízení (změny v organizační struktuře a s ní souvisejících oblastech - liniové, funkční a operativní řízení).
- Odstupňovaný přístup k zabezpečování jakosti (změny v hlediscích odstupňovaného přístupu v souvislosti s rozšířením činností a technologií charakteristických pro vyřazování - dekontaminace, demontáže, třídění, zpracování a úprava RAO, vývoz materiálu do ŽP,).
- Identifikace položek (změny v rozsahu sledovaných položek z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany).
- Inspekce, testy, zkoušky (změny v požadavcích ve vazbě na změněný rozsah sledovaných položek, procesů i výrobků v souvislosti s vyřazováním HÚ z provozu).
- Personalistika (změny v požadavcích na počty pracovníků, nábor, kvalifikační požadavky, realizace školení, rekvalifikace pracovníků ap.).

V ostatních částech PZJ zůstanou principy aplikované při provozu ve větší míře zachovány. (Jedná se o Plánování, Výchozí podmínky a požadavky, Stanovení technických požadavků, Nesoulady a nápravná opatření, Nezávislé posouzení, Komunikace, Zpětná vazba zkušeností, Rozvoj systému jakosti a Dokumentace).

13.3.3 Požadavky na zabezpečování jakosti vybraných zařízení

Požadavky na zabezpečování jakosti vybraných zařízení jsou v obecné podobě zformulovány ve třetí části Vyhl. č. 214/97 Sb., § 25 až § 31.

Z hlediska plnění funkcí důležitých pro zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany musí být stanoveny a zdokumentovány postupy pro výběr a posouzení vhodnosti použití jednotlivých položek včetně jednotlivých vybraných zařízení a materiálů. Výčet vybraných zařízení musí být dokumentován formou Seznamu vybraných zařízení. Pro vyřazování bude nutno zpracovat nový Seznam vybraných zařízení a v průběhu vyřazování jej podle potřeby a prováděných změn v rozsahu položek zařízení aktualizovat při dodržení požadavků § 25 až § 31. Rozsah a způsob provedení Seznamu vybraných zařízení stanovuje § 34 Vyhl. č. 214/97 Sb.

Kritéria pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd jsou uvedena v páté části Vyhl. č. 214/97 Sb., § 33. Podrobné rozvedení je uvedeno v příloze vyhlášky.

Vybraná zařízení se člení do tří bezpečnostních tříd. Vybraným zařízením může být i komponenta nebo její část, která je důležitá z hlediska plnění bezpečnostní funkce jiným vybraným zařízením. Kritéria pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd jsou určena pro jaderná zařízení :

- jejichž součástí je jaderný reaktor, který pracuje na principu štěpné řetězové reakce tepelnými neutrony a je moderován a chlazen lehkou vodou (kritéria A),

- pro skladování radioaktivních odpadů (kritéria B),
- pro skladování vyhořelého jaderného paliva (kritéria C),
- pro úložiště radioaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva a pro zařízení pro výrobu, zpracování, skladování a ukládání jaderných materiálů (kritéria D).

Z posouzení kritérií pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd podle přílohy Vyhl. lze uvést, že **podle kritérií D** nebudou po ukončení provozu HÚ v Seznamu vybraných zařízení v procesu vyřazování položky bezpečnostní třídy 1 ani 2 (veškeré VJP a vysokoaktivní RAO budou uloženy v podzemí. Bude se jednat pouze o vybraná zařízení zařazená do bezpečnostní třídy 3.

13.4 Působnost systému jakosti v procesu vyřazování

Působnost systému jakosti v procesu vyřazování HÚ spočívá v zabezpečení a kontrole takových podmínek a postupů, aby bylo dosaženo bezpečného, spolehlivého a v rámci možností hospodárného a ekonomicky výhodného vyřazení a uzavření HÚ.

14 Závěrečná doporučení

Už v současné době ve fázi stavu řešení „Referenčního projektu povrchových i podzemních systémů HÚ v hostitelském prostředí granitových hornin“ lze vytipovat hlavní oblasti problematiky procesu vyřazování HÚ z provozu. Kromě obecných oblastí týkajících se např. legislativy jsou další oblasti technické ve vazbě na ekonomické hodnocení, které bude nutno v průběhu přípravy na provoz a vyřazování HÚ řešit např. formou výzkumných a studijních prací. Již z předkládaného návrhu se jasně rýsují některé okruhy k řešení.

Oblast legislativy :

1. Chybí prováděcí předpis pro vyřazování jaderných zařízení z provozu, jeho existence je nezbytně nutná z důvodu vymezení některých důležitých pojmů specifických pro proces vyřazování, které budou rozšiřovat a doplňovat příslušné části Atomového zákona.
2. Z hlediska legislativy je nutno obecně lépe vymežit pojmy ukončení provozu, uzavření úložiště. Např. ve Vyhl. č. 184 §26, bod (2) je uvedeno, že „Provoz úložiště je ukončen jeho uzavřením.“ Ztrácí se období vyřazování z provozu. Uzavření je v případě HÚ ukončením procesu vyřazování.
3. V prováděcím předpisu uvažovat a vymežit pojem „přerušeni“ provozu HÚ.

Oblast technicko- ekonomická :

1. Analýza předdemontážní dekontaminace, podrobné zmapování dekontaminačních prostředků vhodných pro dekontaminaci a analýza z hlediska radiační ochrany pracovníků spolu s ekonomickým vyhodnocením.
2. Analýza realizace podemontážní dekontaminace za účelem vývozu materiálu do životního prostředí ve srovnání s uložením těchto odpadů do podzemní části HÚ a ekonomické vyhodnocení.
3. Vyhodnocení použití vysokotlakého lisu (formou služby) z důvodu minimalizace odpadů k uložení do podzemní části HÚ.

Zdůvodnění stanovení nákladů na vyřazování HÚ v Referenčním projektu

Pro referenční projekt HÚ byla vybrána k podrobnějšímu rozpracování varianta, která obsahuje všechny činnosti požadované Atomovým zákonem a prováděcími vyhláškami a končí vynětím nadzemní části z působnosti Atomového zákona. Jedná se o variantu okamžitého plánovaného vyřazování s úplnou demontáží technologie aktivních objektů nadzemní části HÚ a dekontaminace stavebních povrchů na úroveň vyhovující pro vyjmutí z působnosti Atomového zákona (bez odstranění tzv. „čisté“ stavby, tj. demolic objektů po odstranění aktivity). Domníváme se, že takto je naplněn požadavek Atomového zákona na tvorbu finanční rezervy na vyřazování, nicméně nutno vzít v úvahu i další legislativní požadavky, které nebyly v době zpracování Referenčního projektu v platnosti, a zhodnotit nutnost odstranění i těchto „čistých“ částí stavby původního kontrolovaného pásma nadzemní části.

15 Použitá literatura

- [1] Referát OECD NEA, Legislativní přístup k povolování vyřazování jaderných zařízení z provozu v některých zemích OECD - Seminář o právních stránkách bezpečného nakládání s radioaktivními odpady a vyřazování z provozu, Cernavoda, 1996
- [2] RNDr. Aleš Laciok, Výkladový slovník nakládání s radioaktivními odpady se zaměřením na hlubinné ukládání, ÚJV Řež, 1995
- [3] Konečné úložiště vyhořelého paliva. Program zhodnocení dopadu na životní prostředí. Finsko, Posiva Oy, 1998
- [4] Vyhl. č 184/97 Sb. o požadavcích na zajištění radiační ochrany
- [5] Studie vyřazování JE Dukovany z provozu, 1997
- [6] Studie vyřazování ETE 1998
- [7] Dodatek předběžné bezpečnostní zprávy JE Temelín, Díl 11, EGP, 1997
- [8] Předprovozní bezpečnostní zpráva JE Temelín, Díl 11, rozpracovaná, 1997



Správa úložišť radioaktivních odpadů
Dlážděná 6, 110 00 Praha 1
Tel. 221 421 511
E-mail: info@rawra.cz
www.surao.cz