

## Technická správa

### Predprevádzková bezpečnostná správa



## Kapitola 11.03 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany

**Stavba:** Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť

**Construction:** 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island

**Stavebník:** Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce

**Constructor:** Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

		LC							
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil		
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N	SEC. INDEX / INDEX utajenia	Company use/P	
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie		A	Information Only / Len na informáciu		
<small>The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.</small>									
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 08		Size / Veľ- kosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	Plant Unit / Blok elektrárne	
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34373966			A4	6.01	RS	Z	8	
 * P N M 3 4 3 7 3 9 6 0 7 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
				1	53				

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3437396608_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 10.07.2019			
Kód citlivosti <sup>1)</sup> / Sensitivity code <sup>1)</sup>	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0730	• 10.07.2019	• [Redacted]	
Co-author / Spolupracoval:			• VUJE, a.s.	• 0730	• 10.07.2019	• [Redacted]	
			•	•	•	•	
			•	•	•	•	
			•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 14.7.2019	• [Redacted]	
			•	•	•	•	
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 14.7.2019	• [Redacted]	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 14.7.2019	• [Redacted]	

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

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

## Revision record / Záznam o revízii

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

# List of document part

## Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
	• Predprevádzková bezpečnostná správa		
1.	• Kapitola 11.03 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany	• PNM3437396608_S_C00_V	• 08
	• Predprevádzková bezpečnostná správa		
2.	• Kapitola 11.03 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany	• PNM3437396608_S_C01_V	• 08
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

## OBSAH

OBSAH.....	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	5
ÚVOD.....	10
11.3 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany.....	11
11.3.1 Rozdelenie priestorov .....	11
11.3.1.1 Kontrolované pásmo .....	11
11.3.1.2 Sledované pásmo.....	13
11.3.1.3 Voľná zóna.....	13
11.3.2 Tienenie.....	14
11.3.2.1 Projektové zásady .....	14
11.3.2.2 Popis riešenia .....	14
11.3.2.3 Popis tienenia .....	16
11.3.2.4 Skúsenosti z prevádzky EMO12 - stavebná časť, tienenie .....	18
11.3.3 Ventilácia a filtrácia .....	19
11.3.3.1 VZT systémy HVAC so vzťahom k radiačnej bezpečnosti .....	19
11.3.3.2 Legislatívne požiadavky na VZT systémy z hľadiska radiačnej ochrany .....	19
11.3.3.3 Projektové charakteristiky VZT systémov z hľadiska radiačnej ochrany.....	20
11.3.3.4 Zásady prevádzky VZT systémov z hľadiska radiačnej ochrany .....	22
11.3.3.5 Skúsenosti z prevádzky EMO12 – ventilačné systémy .....	22
11.3.4 Radiačná kontrola .....	22
11.3.4.1 Účel a funkcie systému radiačnej kontroly .....	22
11.3.4.2 Technické hodnotenie systému radiačnej kontroly .....	38
11.3.4.3 Bezpečnostné hodnotenie systému radiačnej kontroly .....	40
11.3.4.4 Skúsenosti z prevádzky systému radiačnej kontroly na EMO12 .....	42
11.3.5 Systémy dekontaminácie .....	45
11.3.5.1 Popis systému dekontaminácie .....	45
11.3.5.2 Bezpečnostné hodnotenie systému dekontaminácií .....	49
11.3.6 Obrázková príloha.....	50
LITERATÚRA .....	51
ZOZNAM TABULIEK .....	53
ZOZNAM OBRÁZKOV .....	53

**ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ**

ALARA	As Low As Reasonably Achievable (tak nízko ako je to rozumne dosiahnutelné s uvážením sociálnych a ekonomických faktorov)
ATL	Adjacent to line (priložené k potrubiu)
AZ	Aktívna zóna (jadrového reaktora)
BaPP	Budova aktívnych pomocných prevádzok
BD	Bloková dozorňa
BF	Bezpečnostná funkcia
BO	Bezpečnostné opatrenie
BS	Bazén skladovania
BSC	Bohunické spracovateľské centrum
BSVP	Bazén skladovania vyhoreného paliva
BT	Bezpečnostná trieda
COS	Centrálny odberový systém
CRCS	Centralizovaný systém radiačnej kontroly na EMO12
CSRK	Centralizovaný systém radiačnej kontroly
ČR	Česká republika
ČS	Čistiaca stanica
ČTON	Čistenie technologického odvodušnenia nádrží
DPS	Dielčí prevádzkový súbor
DR	Dekontaminačný roztok
DRK	Dozorňa radiačnej kontroly
DRK12	Dozorňa radiačnej kontroly na 1. a 2. bloku
DRK34	Dozorňa radiačnej kontroly na 3. a 4. bloku
DSZ	Dozorňa spoločných zariadení
EBO, EDU	JE Jaslovské Bohunice, Dukovany
EEPS	Núdzové elektrické napájanie (Emergency Electrical Power Supply)
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EMO	Jadrová elektrárň Mochovce
EMO12	Jadrová elektrárň Mochovce 1. a 2. blok

EPD	Elektronický personálny dozimeter
EPDS	Systém EPD
ES	Energetické spúšťanie
ETE	Jadrová elektráreň Temelín
FS	Fyzikálne spúšťanie
HCČ	Hlavné cirkulačné čerpadlo
HMI	Rozhranie človek – stroj (human machine interface)
HP	Hermetický priestor
HPGe	Polovodičový detektor založený na vysokočistom germániu (high purity germanium)
HPS	Havarijné podporné stredisko
HS	Hygienická slučka
HSCHZ	Havarijný systém chladenia aktívnej zóny
HUA	Hlavná uzatváracia armatúra
HVB	Hlavný výrobný blok
HW	Hardvér
HZ	Hermetická zóna
CHDIS	Chemický informačný a diagnostický systém
CHO	Centrum havarijnej odozvy
I.O.	Primárny okruh
IAEA	MAAE
IED	Individuálna efektívna dávka
II.O.	Sekundárny okruh
IS	Informačný systém
ISRK	Informačný systém radiačnej kontroly
IŽ	Ionizujúce žiarenie
JE	Jadrová elektráreň
JEZ	Jadrovo energetické zariadenie
JZ	Jadrové zariadenie
KKC	Krízové koordinačné centrum (zriadené v ÚJD SR)
KP	Kontrolované pásmo
KRAO	Kvapalné rádioaktívne odpady
LAN	Lokálna počítačová sieť (local area network)

LaP	Limity a podmienky bezpečnej prevádzky
LCD	Displej s tekutými kryštálmi (liquid crystal display)
LRKO	Laboratórium radiačnej kontroly okolia
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MCS	Systém jednotného času (Master Clock System)
MD	Mimobloková dozorňa
MGPI	Výrobca prístrojovej techniky pre radiačnú kontrolu
MO34	Jadrová elektrárň Mochovce 3. a 4. Blok
MP	Miestny panel
MPH	Maximálna projektová havária
MPPS	Aerosól s najväčším prienikom cez filtračný materiál (Most Penetrating Particle Size)
MPSVaR SR	Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky
MS	Riadiace pracovisko pomocných prevádzok v BaPP
MZ SR	Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky
ND	Núdzová dozorňa
NP	Neobsluhovaný priestor
NR SR	Národná rada Slovenskej republiky
NV	Nariadenie vlády
OOPP	Osobné ochranné a pracovné pomôcky
OP	Obsluhovaný priestor
OS	Operačný systém
PAMS	Pohavarijný monitorovací systém (post accident monitoring system)
PASS	Pohavarijný vzorkovací systém (post accident sampling system)
PB	Prevádzková budova
PC	Osobný počítač (personal computer)
PD	Príkon dávky
PG	Parogenerátor
PICS	Počítačový informačný a riadiaci systém
PID	Principiálna schéma „Potrubia a prístroje“ („Piping & Instrumentation Diagram“)
PK	Produkty korózie
PLC	Programovateľná riadiaca jednotka
PP	Polo-obsluhovaný priestor

PpBS	Predprevádzková bezpečnostná správa
PS	Prevádzkový súbor
PSA	Prepúšťacia stanica do atmosféry
PV	Poistný ventil
PVPG	Poistný ventil PG
RAL	Rádioaktívne látky
RAO	Rádioaktívny odpad
RaS	Radiačná situácia
RČA	Rýchločinná armatúra
RK	Radiačná kontrola
RN	Rádionuklid
RO	Radiačná ochrana
ROI	Region of interes (oblasť záujmu)
RS	Reaktorová sála
RVP	Rádioaktívne vzácne plyny
SAMS	Severe Accident Management System (Systém monitorovania ťažkých havárii)
SAP	Databázový informačný systém
SE	Slovenské elektrárne
SE-EBO	Elektrárne Bohunice 3. a 4. blok
SEOD	Systém evidencie osobných dávok
SK	Seizmická kategória
SKOV	Stanica kontroly odpadových vôd
SKR	Systém kontroly a riadenia
SO	Stavebný objekt
SORR	Systém ochrany a riadenia reaktora
SP	Sledované pásmo
SR	Slovenská republika
SRK	Systém radiačnej kontroly
SW	Softvér
ŠOV	Špeciálne čistenie (očistka) vody
TCP/IP	Typ prenosového protokolu (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
TDS	Teledozimetrický systém



TG	Turbogenerátor
TIS	Technologický informačný systém
TLD	Termoluminiscenčný dozimeter
TN	Tlaková nádoba
TV	Technická voda
TVD	Technická voda dôležitá
TVN	Technická voda nedôležitá
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
ÚJV	Ústav jaderného výskumu, Řež u Prahy
ÚP	Úvodný projekt
UPS	Zdroj neprerušovaného napájania
ÚVZ SR	Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky
VJP	Vyhoreté jadrové palivo
VK	Ventilačný komín
VO	Vložený okruh
VP	Vykonávací projekt
VT	Vysokotlakový
VUJE	VUJE a.s. Trnava
VVER	Voronežský typ tlakovodného reaktora (vodo-vodný energetický reaktor)
VZT	Vzduchotechnika, vzduchotechnický
WP	Work package (pracovný balík)
ŽP	Životné prostredie

## ÚVOD

Táto technická správa je súčasťou PpBS MO34.

Správa je vypracovaná podľa [II.1], [II.3], [II.2], [II.6] a [II.23]. Pritom bolo primerane prihliadnuté k [II.25].

V správe boli zohľadnené požiadavky orgánov SR z hľadiska radiačnej ochrany, dané v [II.4], [II.7], a [II.24].

Kapitola 11.3 PpBS popisuje projektové charakteristiky JE MO34, ktoré zabezpečujú radiačnú ochranu, t.j.:

- rozdelenie pracovných priestorov,
- systém tienení,
- ventilačné systémy,
- systém radiačného monitorovania,
- dekontaminačné systémy.

PpBS v kapitole 11.03 demonštruje, že príslušné ustanovenia boli v projekte a prevádzke JE MO34 aplikované tak, aby boli redukované úniky rádioaktívnych látok a teda aj dávky pracovníkov a jednotlivcov z obyvateľstva. Detailnejší popis ventilačných systémov, systému radiačného monitorovania a dekontaminačných systémov je uvedený v [I.5], [I.3], [I.9] a [I.1].

Princípy radiačnej ochrany na základe ktorých sú tieto systémy navrhnuté, tiež rádiologické limity a ciele, ktoré majú byť splnené sú uvedené v [I.1].

Pri vypracovaní tejto technickej správy boli zohľadnené aj pripomienky ÚJD SR, uvedené v "Rozhodnutí ÚJD č. 267/2008".

## 11.3 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany

### 11.3.1 Rozdelenie priestorov

Klasifikácia pracovných priestorov je jednou z črt projektu a prevádzky JE MO34, ktorou sa zabezpečuje riadenie (usmerňovanie) pracovných činností, pracovných režimov, lekársky dohľad a tým radiačná ochrana pracovníkov.

Podľa [II.4] sú pracovné priestory rozdelené do troch kategórií:

- kontrolované pásmo,
- sledované pásmo,
- voľná zóna.

#### 11.3.1.1 Kontrolované pásmo

Podľa [II.4] pracovné priestory, v ktorých efektívna dávka môže presiahnuť 6 mSv/rok alebo ekvivalentná dávka môže presiahnuť 3/10 predpísaného limitu patria do kontrolovaného pásma. Ak nie je špecifikované inak je podľa [II.4] doporučené vyčleniť ako kontrolované pásmo taký priestor kde:

- príkon priestorového dávkového ekvivalentu je v priemere vyšší ako 2,5  $\mu\text{Sv/h}$ ,
- súčet súčinov objemových aktivít jednotlivých rádionuklidov a konverzných faktorov  $h_{\text{inh}}$  pre príjem vdýchnutím pracovníkom bude v priemere za rok väčší ako 2,5  $\mu\text{Sv/m}^3$
- rádioaktívna kontaminácia povrchov je vyššia ako najvyššie definované hodnoty (v [II.4], Príloha č.5).

Hermetická zóna predstavuje z hľadiska radiačnej ochrany významnú časť kontrolovaného pásma. Zahrňuje priestory, ktorých hranice sú v priebehu prevádzky hermeticky uzatvorené vzhľadom na vonkajšiu atmosféru. Tieto priestory musia zostať vzduchotesné a celistvé aj v prípade pretlaku alebo podtlaku, ktoré sa môžu vyskytnúť v priebehu maximálnej projektovej havárie.

Hermetická zóna sa delí na:

- neobslužné priestory - do nich sa v prípade havarijného úniku chladiva voľne šíria následky havárie,
- poloobslužné priestory - priestory do ktorých sa nešíria dôsledky havárie so stratou chladiva v neobslužných priestoroch,
- hermetické uzávery, t.j. miestnosti, ktoré umožňujú prístup do poloobsluhovaných a neobsluhovaných hermetických priestorov z obsluhovaných priestorov.

Hermetická zóna je umiestnená v HVB, presnejšie v boxoch parogenerátorov, barbotážnej veži s barbotážnou šachtou a štyrmi vzduchovými lapačmi a vo ventilačnom centre. Podrobný zoznam priestorov hermetickej zóny je uvedený v [I.1].

Hranice hermetickej zóny ako celku sú tvorené vonkajším kontajntmentom. Vnútorý kontajntment izoluje hlavné hermetické priestory od ostatných hermetických priestorov - poloobslužných priestorov a hermetických uzáverov.

Miestnosti susediace s kontajntmentom so vstupujúcimi prechodkami (technologické a elektrické) a tiež miestnosti so systémami, spojenými s I.O. vrátane ich izolačných armatúr, sú projektované ako

vzduchotesná zóna. Táto zóna (s trvalým podtlakom voči atmosfére), obklopujúca čiastočne kontajment v potenciálne najexponovanejších oblastiach, predstavuje dodatočnú bariéru pre prevenciu úniku RAL z kontajmentu do okolia JE.

Podrobnejší popis hermetickej zóny a vzduchotesnej zóny je v [I.1].

Kontrolované pásmo je z hľadiska radiačnej ochrany pracovníkov delené podľa prístupu prijatého na JE EMO12 do troch kategórií podľa príkonu dávky nasledovne:

- „obsluhovaný priestor“ (OP),
- „poloobsluhovaný priestor“ (PP),
- „neobsluhovaný priestor“ (NP).

OP je definovaný ako priestor, kde nemôže pracovník obdržať za celý rok väčšiu individuálnu efektívnu dávku ako 20 mSv [II.4]. Ak je uvažované 48 pracovných týždňov v roku, 5 pracovných dní v týždni a 6 pracovných hodín za deň to znamená priestor, v ktorom príkon priestorového dávkového ekvivalentu nemôže presiahnuť 14  $\mu\text{Sv/h}$ .

PP je definovaný ako priestor, v ktorom nemôže pracovník obdržať za polovičnú čistú pracovnú dobu v priebehu roku väčšiu individuálnu efektívnu dávku ako 20 mSv [II.4]. To znamená, že ak sa uvažuje 48 pracovných týždňov v roku, 5 pracovných dní v týždni a 3 pracovné hodiny za deň, v PP nemôže príkon priestorového dávkového ekvivalentu presiahnuť hodnotu 28  $\mu\text{Sv/h}$ . Treba zdôrazniť, že ani prekročenie doby pobytu nemôže spôsobiť prekročeniu najvyššej prípustnej ročnej IED, t.j. 20 mSv. K poloobsluhovaným priestorom patria napr. miestnosti vonkajšej hermetickej zóny, t.j. vedľajšie hermetické priestory.

NP je definovaný ako priestor kde príkon dávky prevyšuje 28  $\mu\text{Sv/h}$ . K neobsluhovaným priestorom patria predovšetkým priestory vnútornej hermetickej zóny [I.1].

Na základe požiadaviek, uvedených v [II.4] a vychádzajúc z obdržaných dávok pracovníkmi JE EMO12, sú definované priestory klasifikované ako kontrolované pásmo a v ňom obsluhovaný, poloobsluhovaný a neobsluhovaný priestor.

Prístup a doba pobytu v týchto priestoroch a tiež zariadenia a monitorovacie prístroje, ktoré musia byť použité pri vstupe do nich sú usmerňované nariadením vlády [II.4].

Priestory kontrolovaného pásma, kde by priestorový príkon dávkového ekvivalentu mohol presiahnuť 5 mSv/h sú definované ako priestory s obmedzeným prístupom. Musia byť zreteľne vyznačené značkou „vstup zakázaný“ a musia byť tak zabezpečené, aby osoby v tomto pásme nemohli nekontrolovane vystaviť ožiareniu (§ 62 Zákona č.87/2018 [II.4]). Do priestoru pásma s obmedzeným prístupom možno vstupovať len na účely vykonania činnosti, ktorá je v tomto priestore nevyhnutná a len na povolenie a pod dohľadom povereného pracovníka útvaru radiačnej ochrany.

V tých miestnostiach, kde sú príkony priestorového dávkového ekvivalentu za prevádzky vyššie ( $10^{-3}$  až  $10^{+1}$  Sv/h), sa nepredpokladá ani obmedzený pobyt obsluhy. Prístup do týchto priestorov je organizovaný iba v mimoriadnych prípadoch za dôraznej súčinnosti služby RK. Tu je nutné voliť diferencovaný prístup, ktorý sa dá optimalizovať iba na základe aktuálneho vyhodnotenia konkrétnej činnosti a s ňou spojených očakávaných pracovných činností. Tak napr. do niektorých miestností kontrolovaného pásma (NP) bude možné vstupovať na obmedzenú dobu i za normálnej prevádzky, do iných iba pri odstavenom bloku, do ďalších iba po vyprázdnení zariadení a ešte do iných iba po vykonaní dekontaminácie ich zariadení. Voľba

jednotlivých alternatív bude závisieť na časovej náročnosti predpokladanej činnosti, na počte pracovníkov potrebných pre ich vykonanie, na predchádzajúcom priebehu čerpania ich povolených dávok a pod.

Stavebné členenie KP a jeho stavebné konštrukcie umožňujú pomocou VZT systémov usmernené prúdenie vzduchu, ktorým sa eliminuje šírenie RAL do pracovného a životného prostredia.

#### **11.3.1.2 Sledované pásmo**

Podľa [II.4] tvoria sledované pásmo pracovné priestory, kde sa vykonáva činnosť vedúca k ožiareniu, kde sa očakáva, že efektívna dávka by mohla byť vyššia ako 1 mSv za rok alebo ekvivalentná dávka by mohla byť vyššia ako jedna desatina limitu ožiarovania očnej šošovky, kože a končatín ustanoveného v §15 [II.4].

V projekte JE MO34 nie sú žiadne priestory zaradené do sledovaného pásma. Priestory, v ktorých sa takéto podmienky prostredia môžu vyskytnúť, sú konzervatívne s ohľadom na skúsenosti z iných JE a požiadavky, zaradené do KP.

#### **11.3.1.3 Voľná zóna**

Voľná zóna zahŕňa priestory bez zdrojov ionizujúceho žiarenia a bez žiarenia zo susediacich zdrojov. Vo voľnej zóne môže byť predpokladaná expozícia na úrovni prirodzeného pozadia, okolo 0,1  $\mu$ Sv/h.

### 11.3.2 Tienenie

#### 11.3.2.1 Projektové zásady

Základným cieľom pri návrhu tienenia je ochrana prevádzkového personálu a obyvateľstva v okolí JE pred účinkami ionizujúceho žiarenia zo všetkých zdrojov z JE a to tak pri normálnej prevádzke, ako aj pri výmene paliva, pri údržbe a všetkých projektoch predpokladaných prevádzkových stavoch, vrátane havarijných podmienok. Toho je dosiahnuté takým tienením zdrojov ionizujúceho žiarenia, ktoré spĺňa nasledujúce funkcie:

- obmedzenie dávok na personál JE pri projektoch predpokladaných stavoch a za havarijných podmienok v zmysle princípu ALARA,
- obmedzenie dávok na obyvateľstvo mimo elektrárne, spôsobených žiarením zo zdrojov v JE, vznikajúcich pri projektoch predpokladaných prevádzkových stavoch pod limity stanovené zákonom č.87/2018 [II.4].

Zabezpečenie ochrany komponentov a systémov tak, aby všetky systémy dôležité pre bezpečnosť prevádzky JE boli chránené pred aktiváciou neutrónmi a pred nadmerným radiačným a tepelným poškodením. Ochranné tienenie zabezpečuje, že funkcie stavieb, komponentov a systémov nebudú poškodené a tým budú minimalizované požiadavky na údržbu.

Pri určovaní veľkosti biologickej ochrany boli použité maximálne prípustné veľkosti ožiarenia personálu pri normálnom prevádzkovom režime v závislosti na charaktere práce vykonávanej obsluhujúcim personálom v miestnosti a v závislosti na dobe pobytu v nej. Hodnoty celkového PE, resp. priestorového dávkového ekvivalentu  $H^*(10)$  externého žiarenia v mieste detekcie v závislosti na kategórii priestoru sú v realizačnej projektovej dokumentácii v súlade s normami [II.8], [II.9]. Dobré skúsenosti z prevádzkovaných JE tohto typu, realizovaných podľa principiálne rovnakého projektového riešenia, poukazujú na správnosť tohto prístupu. Princípy uplatnené pre projektové riešenie tienenia a ani projektové riešenie hlavných technologických častí (vrátane usporiadania hlavných stavebných objektov (SO)) sa nezmenili, preto ani výpočty tienenia (napr. [III.1]), nebolo potrebné aktualizovať.

#### 11.3.2.2 Popis riešenia

Projekt JE je všeobecne z hľadiska tienenia riešený tak, aby efektívne dávky a úväzky efektívnej dávky personálu boli nielen pod úrovňou limitov obsiahnutých vo všeobecne platných hygienických predpisoch o ochrane zdravia pred ionizujúcim žiarením [II.4], ale aby boli i na čo najnižšej rozumne dosiahnuteľnej úrovni (princíp ALARA – pozri tiež Kap. 11.01 [I.1]).

Toho je možné dosiahnuť aplikáciou nasledujúcich kritérií:

- Najväčšie zdroje žiarenia sú umiestené do samostatných miestností (kobiiek) oddelených od ostatných priestorov tienením, ktoré zabezpečuje, že PE na personál pri kontrole a údržbe sú čo najmenšie. K zníženiu prieniku žiarenia prístupovými otvormi do týchto tienených miestností sú použité labyrinty.
- Pomocné zariadenia obsahujúce rádioaktívne média sú rovnako umiestené v tienených miestnostiach, aby sa PE na personál vykonávajúci inšpekciu alebo údržbu znížil na minimum. Pre skrátenie doby, po ktorú musí byť personál u týchto zariadení, a tým i zníženie efektívnej dávky obdržanej personálom, sú príslušné miestnosti s aktívnym zariadením (čerpádlá, armatúry ap.) dispozične riešené tak, aby práce mohli byť vykonané bez problémov s nedostatkom miesta.

- Ovládacie armatúry sú tam, kde je to možné, umiestnené v odtienených miestnostiach armatúr, aby sa umožnila údržba armatúr bez nutnosti drenážovať a dekontaminovať príslušné zariadenia. Pre zvýšenie ochrany personálu pred žiarením, sú používané armatúry s diaľkovým ovládaním.
- Systémy s rádioaktívnymi médiami sú usporiadané v malých vzdialenostiach od seba, aby sa minimalizovalo tienenie potrebné k ochrane personálu.
- Priechodky v tieniacich stenách sú umiestnené tak, aby sa zabránilo priamym priestrelom od hlavných zariadení s rádioaktívnymi médiami. V miestach, kde to nie je možné, sa priechodky dopĺňajú tienením.
- Potrubia s rádioaktívnymi médiami sú vedené tak, aby bolo minimalizované ožiarenie personálu. Preto sú prijaté nasledujúce opatrenia:
  - vedenie potrubí s rádioaktívnymi médiami “nečistými” potrubnými chodbami alebo za tieniacimi stenami so zodpovedajúcou hrúbkou, aby bolo zabezpečené, že nebudú prekročené prípustné PD v jednotlivých zónach (pod PD sa obvyčajne rozumie príkon dávky externého žiarenia stanovovaný v jednotkách Gy/h, alebo príkon priestorového dávkového ekvivalentu  $H^*(10)$ , stanovovaný v jednotkách Sv/h),
  - oddelenie potrubí s rádioaktívnymi médiami od potrubí s neaktívnymi médiami,
  - spádovanie potrubí, aby bolo možné pred vykonávaním údržby odstrániť usadeniny z potrubí,
  - riešenie kompenzačných slučiek, aby sa zabránilo vzniku miest, kde sa zachytávajú usadeniny.

Základnými materiálmi pre tienenie v JE EMO sú (platí pre oba dvojbloky):

- betón s mernou hmotnosťou  $2,45 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,
- serpentinitový betón s mernou hmotnosťou  $2,13 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,
- voda,
- oceľ (kovové konštrukcie).

Betóny tieniacich stien, resp. stavebných konštrukcií patria do BT III vybraných zariadení (BF 3j).

Nehomogenity v tienení spôsobené tieniacimi zátkami, betónovým prekrytím prielezov a tieniacimi dverami do priestorov s vysokou rádioaktivitou sú vykonávané s presadením, aby sa znížil PD z priameho (externého) žiarenia.

V prípade nutnosti práce v priestoroch so zvýšenou radiáciou sa používa mobilné tienenie pre zníženie PD na personál.

Okrem dodržania vyššie uvedených kritérií je pre zníženie dávok podľa princípu ALARA podstatné, že systémy obsahujúce rádioaktívne médiá i projektované tienenie sú v priebehu jednotlivých stupňov projektovej dokumentácie a v priebehu výstavby a montáže kontrolované, prepočítané, v prípade nutnosti modifikované a za prevádzky monitorované v systéme RK.

Najväčšie zdroje ionizujúceho žiarenia (aktívna zóna reaktora, komponenty I.O., vyhoreté palivo) sú projektované takým spôsobom, že je vylúčené priame ožiarenie personálu z týchto zdrojov (požiadavka [II.22]).

### 11.3.2.3 Popis tienenia

Tienenie znižuje úroveň radiácie od zdrojov IŽ na úroveň, ktorá umožní práce po odstavení reaktora. Tienenie obmedzuje aktiváciu zariadenia a konštrukčných materiálov po dobu životnosti zariadenia. Biologickú ochranu proti žiareniu z aktívnej zóny reaktora zabezpečuje vlastná konštrukcia reaktoru a zariadenia betónovej šachty reaktoru.

#### 11.3.2.3.1 Tienenie reaktora (primárne tienenie)

Primárne tienenie v radiálnom smere predstavuje bočný plášť aktívnej zóny z nerezovej ocele, hrúbky 8 mm, obklopujúci aktívnu zónu vnútri tlakovej nádoby reaktora, ktorý okrem iných funkcií slúži ako neutrónové tienenie nádoby reaktora. Ďalšou vrstvou tienenia sú oceľové nosné konštrukcie aktívnej zóny, t.j. kôš a šachta, hrúbky 35 + 60 mm, potom samotná oceľová nádoba reaktora o hrúbke 140 mm (hrúbka steny na hladkej valcovej časti) [I.1].

**Poznámka:** Hrúbka tlakovej nádoby sa uvádza v kapitolách 06.02.03 (Tlaková nádoba reaktora) a 07.02.00 (Zhrnutie vstupných údajov pre deterministické bezpečnostné analýzy). V nich je uvedená hrúbka tlakovej nádoby  $149 \pm 2$  mm, z čoho hrúbka steny vlastnej reaktorovej nádoby (na hladkej valcovej časti) je 140 mm a hrúbka oceľovej výstelky je 9 mm.

Medzi vrstvami je voda o celkovej hrúbke 228 mm. Povrch reaktorovej nádoby je pokrytý tepelnou izoláciou, ktorá zabezpečuje udržanie minimálnych teplotných rozdielov po hrúbke (v priereze) steny reaktora.

Ďalšími tieniacimi vrstvami v radiálnom smere vo výške aktívnej zóny reaktora sú tzv. „suché“ bočné tienenie, železobetónová konštrukcia šachty reaktora a serpentínové zásypy. Suché tienenie pozostáva z oceľovej konštrukcie, ktorá tvorí obal vlastného tieniaceho materiálu - serpentinitového betónu zloženia č.1 [I.1]. Serpentínový betón na báze portlandského cementu, serpentínového kameniva a liatinovej drviny má hustotu  $2\,300\text{ kg/m}^3$

Nad aktívnou zónou reaktora v radiálnom smere je tienenie tvorené blokmi spodnej a hornej biologickej ochrany, so zásypnou tieniacou zmesou (liatinové broky - 80 %, serpentínový piesok -12 % a boritá frita - 8%).

Šachta reaktoru je rozdelená na dve hermeticky oddelené časti: hornú a spodnú. Tvorí ju železobetónová konštrukcia - horná časť je z ťažkého betónu, spodná z obyčajného betónu. Tlakovodná nádoba reaktora (s AZ a so sekciami nátrubkov) je zavesená v spodnej časti hermetickej zóny.

Pod AZ sú v axiálnom smere tieniace štruktúry pozostávajúce z: vnútroreaktorových kovových častí, chladiča, dna reaktorovej nádoby a dna šachty reaktora. Dno šachty je tvorené veľkorozmernými tieniacimi konštrukciami, ktoré zabezpečujú radiačnú ochranu priestorov pod tlakovou nádobou reaktora. Tieto tieniace štruktúry sú tvorené: serpentinitovým betónom, pod ním je vrstva obyčajného betónu. Pod touto vrstvou je železobetónová doska.

V axiálnom smere nad AZ tieni blok ochranných rúr s chladičom, veko reaktora, kovová konštrukcia horného bloku zaplnená chladičom a ochranný poklop, ktorý hermeticky oddeľuje hornú časť šachty reaktora od priestoru reaktorovej sály. Tienenie od žiarenia aktivovaných vnútorných konštrukcií (nad AZ) a nádoby reaktora horného priestoru šachty reaktora je zabezpečené železobetónovou konštrukciou hornej časti šachty reaktora a postamentu.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Postament je z ťažkého betónu.



Šíreniu rádioaktívneho žiarenia z reaktoru zabraňujú aj uzly reaktorového zariadenia - špeciálne puzdrá so serpentinitovým zásypom alebo serpentinitovým betónom. Takéto riešenie je použité napr. pre tienenie v kanáloch s ionizačnými komorami.

Opatrenie voči priestrelnu ionizujúceho žiarenia cez kanál ionizačnej komory je tiež zabezpečené dĺžkou kanálu, jeho ohybom a špeciálnou zátkou na výstupe z kanálu.

#### 11.3.2.3.2 Tienenie zariadení v HVB (sekundárne tienenie)

Funkciu tienenia zariadení I.O. plní ochranná obálka, resp. kontajment. V prípade HVB MO34 je touto obálkou stavebná časť hermetickej zóny a tiež technické prostriedky, ktoré zabezpečujú jej hermetickosť. Hermetickosť je podstatná z hľadiska rozptylu RAL do okolitých pracovných priestorov a životného prostredia.

Tienenie zariadení I.O.<sup>3</sup> je tvorené železobetónovými stenami, stropmi a podlahami priestorov HZ, obklopujúcimi tieto zariadenia. Prične rezy a pôdorysy jednotlivých priestorov HZ, s vyznačením hrúbky „tieniach“ stavebných konštrukcií sú uvedené v [I.1]. Súčasťou zariadení HZ, ktoré zabezpečujú jej hermetickosť<sup>4</sup> sú aj hermetická výstelka betónovej konštrukcie, hermetické priechodky, hermetické dvere a prielezy, hermetické poklopy, ochranný poklop reaktora, hradidlo bazénu výmeny paliva, rýchločinné armatúry. Zároveň majú tieniacu funkciu, alebo prispievajú k tieneniu iných stavebných štruktúr.

Technologické poklopy hermeticky uzatvárajú transportné, resp. montážne otvory pre vertikálny transport hlavných komponentov I.O., ich súčastí alebo komponentov pomocných systémov, inštalovaných v HZ. Umiestnené sú na podlahe reaktorovej sály - nad príslušnými zariadeniami (HCČ, HUA, PG), resp. nad komponentmi systému ŠOV-1. Sú to zvarované hrubostenné oceľové dosky s tieniacou výplňou. Tvoria hranicu hermetickej zóny s reaktorovou sálou. Základné parametre poklopov sú uvedené v [I.1].

Účelom tohto tienenia je:

- ochrana personálu po odstavení reaktora pred účinkami  $\gamma$  žiarenia zo štiepných produktov a produktov aktivácie v primárnom chladive,
- zníženie PD od nuklidu  $^{16}\text{N}$  v primárnom okruhu pri prevádzke reaktora,
- doplnenie primárneho tienenia pri zoslabovaní účinkov žiarenia z reaktora, aby bola umožnená údržba zariadení pri odstávke reaktora.

#### 11.3.2.3.3 Tienenie pre transport a skladovanie vyhoreného paliva

Tienenie pre transport paliva zahŕňa všetky konštrukcie, ktoré zabezpečujú požadované zoslabenie žiarenia pri manipulácii s palivom, jeho skladovaní a transporte. Tienenie pri transporte a skladovaní VJP je zabezpečované tieniacimi a transportnými prostriedkami [I.1] a stavebnými konštrukciami - šachty reaktora, bazénu skladovania vyhoreného paliva, postamentu a šachty pre uloženie kontaminovaných častí reaktora.<sup>5</sup> Bližší popis manipulácie s palivom je uvedený v [I.1].

BSVP je okrem železobetónovej konštrukcie a jej oblicoviek tieneny aj tieniacimi doskami, ktoré dodatočne prekryvajú steny BSVP v miestnostiach. V týchto miestach potrubie VZT systému znižuje účinnú tieniacu hrúbku železobetónovej konštrukcie BSVP. Tieniace dosky dopĺňajú tieniacu funkciu vrstvy železobetónu medzi potrubím VZT systému. V poloobsluhovanom priestore obsluhujúci personál chráni tieniace dosky.

<sup>3</sup> hlavne potrubia, armatúry, čerpadlá, parogenerátory a kompenzátor objemu

<sup>4</sup> Tvoria hranicu hermetickej zóny

<sup>5</sup> Šachta revízie horného bloku, šachty pre odkladanie vnútroreaktorových častí

V miestnosti, ktorá je neobsluhovaný priestor, dodatočné tienenie znižuje príkon priestorového dávkového ekvivalentu na takú úroveň, aby neovplyvňovala radiačnú situáciu v susedných obsluhovaných priestoroch.

**Poznámka:** v súvislosti s prechodom na nové Gd- palivo s vyšším obohatením bol pre EMO12 uskutočnený kontrolný výpočet PD v priestoroch susediacich s BSVP [III.2]. Maximálny prípustný príkon priestorového dávkového ekvivalentu pre poloobsluhované priestory je v bodoch výpočtu dodržaný. Podobný výpočet bol vykonaný aj pre reaktorový blok na EBO - V2.

#### 11.3.2.3.4 Pomocné tienenie

Pomocné tienenie je tvorené stenami zabezpečujúcimi nevyhnutné zoslabenie účinkov žiarenia zdrojov vo všetkých zariadeniach pomocných systémov. Niektoré zariadenia, umiestené v BaPP, HVB, v strojovni a pod., obsahujú rádioaktívne médiá buď pri normálnej prevádzke alebo za určitých podmienok. Tieto zdroje boli analyzované, aby sa zistila maximálna úroveň aktivity a potom bola stanovená hrúbka tienenia tak, aby bolo zabezpečené, že nebude prekročená úroveň PD v uvažovaných priestoroch daná charakterom prostredia v týchto miestnostiach [I.14].

#### 11.3.2.3.5 Tienenie priechodiek

Hermetické priechodky zabezpečujú prechod potrubných, impulzných a káblových trás medzi hermetickou a nehermetickou zónou HVB bez porušenia hermetickosti. Konštrukčný popis niektorých typov priechodiek je uvedený v [I.1]. Hermetickosť je podmienkou dodržiavania predpísaných tlakových pomerov v jednotlivých priestoroch, ktorými sa z hľadiska radiačnej ochrany zabezpečuje usmernené prúdenie vzduchu. Tým sa významne potláča možnosť únikov RAL mimo HZ. Priechodky sú umiestňované v stenách, podlahách a stropoch tak, aby neboli umiestnené priamo proti zdrojom  $\alpha$  - žiarenia (napr. do väčších výšok, alebo do ťažšie prístupných miest), aby nedošlo k ohrozeniu personálu v susedných priestoroch v dôsledku priestrelov gama žiarenia. Tam, kde to nie je možné dodržať, je navrhnuté dodatočné tienenie priechodiek, s cieľom minimalizovať personálom obdržanú dávku (s rešpektovaním princípu ALARA).

#### 11.3.2.4 Skúsenosti z prevádzky EMO12 - stavebná časť, tienenie

V priebehu energetického spúšťania 1. a 2. bloku JE EMO bolo zistených niekoľko priestorov alebo miest, v ktorých bola vyššia úroveň PD externého gama a/alebo neutrónového žiarenia.

Obdobné priestory so zvýšenou úrovňou príkonu dávky boli zistené aj na iných JE s reaktorovým blokom VVER440 (s reaktorom typu V-213). Tento fakt naznačuje systematický problém stavebnej časti tohto typu reaktorových blokov.

V JE EMO12 boli navrhnuté dodatočné tienenia a prevádzkové opatrenia, napr.: na základe monitorovania radiačnej situácie počas fyzikálneho a energetického spúšťania bolo navrhnuté a realizované dodatočné tienenie.

Vzhľadom k tomu, že stavebná časť všetkých štyroch blokov JE EMO prebehla prakticky súčasne, ale pred spustením 1. bloku, nebolo možné premietnuť skúsenosti z EMO12 do pôvodného projektového riešenia a realizácie stavebnej časti MO34. Napriek tomu navrhnuté projektové modifikácie navrhnuté a realizované na 1. a 2. bloku EMO12, boli premietnuté do dokumentácie „WP 04.1 Revize a dopracování Úvodního projektu pro MO34“, Navrhnuté úpravy sa stali súčasťou projektového riešenia MO34. Úpravy sa týkali

vytvorenia tieniacich stien, ktoré boli realizované formou skladačky z olovených tehál (blokov) pre tienenie gama žiarenia a z tvaroviek Neutronstop-u (typ C3) pre tienenie proti neutrónovému žiareniu.<sup>7</sup>

Z nameraných hodnôt [I.1], [I.11] vyplýva, že napriek dodatočným opatreniam, ktoré znamenali významné zlepšenie radiačnej situácie, neboli dosiahnuté úrovne, ktoré zodpovedajú pôvodnej klasifikácii priestorov.

Navyše pri sledovaní radiačnej situácie v priebehu FS a ES oboch blokov MO34 bude týmto priestorom venovaná zvláštna pozornosť. Namerané hodnoty budú porovnávané s RaS v príslušných priestoroch 1. a 2. bloku EMO12 a hodnotený efekt dodatočného tienenia. Podľa toho budú navrhnuté zvláštne prevádzkové opatrenia.

### 11.3.3 Ventilácia a filtrácia

VZT systémy sú navrhnuté k tomu aby vytvárali a udržiavali vhodné pracovné podmienky z hľadiska teploty, tlaku a rádioaktivity pre personál a pre bezpečnú a spoľahlivú prevádzku technologického zariadenia a navyše na zabránenie a/alebo na redukcii výpustí RAL do atmosféry a na redukcii dôsledkov spôsobených udalosťami a haváriami.

Odstraňovanie rádioaktívnych látok z kontaminovaného (resp. potenciálne kontaminovaného) vzduchu a riadenie koncentrácie rádioaktívnych látok je dosahované nasledovnými mechanizmami:

- filtráciou vzduchu (aerosóly, jód) na VZT filtroch,
- rádioaktívnou premenou počas prechodu vzduchu cez filtračnú zostavu,
- riedením - uskutočňuje sa vo ventilačnom komíne, kde je miešaný vzduch odvádzaný z filtrovaných a nefiltrovaných VZT systémov a na výstupe ventilačného komína je uvoľňovaný vzduch zmiešavaný s atmosférou.

Táto sekcia pokrýva popis požiadaviek, ktoré musí spĺňať projektové riešenie a popis hlavných charakteristík projektu z hľadiska radiačnej ochrany. Detailnejší popis VZT systémov je uvedený v [I.5] a [I.3].

#### 11.3.3.1 VZT systémy HVAC so vzťahom k radiačnej bezpečnosti

VZT systémy, ktoré sú významné z hľadiska radiačnej ochrany, sú rozdelené nasledovne na:

- VZT systémy pre zónu kontajntentu (hermetická zóna HZ),
- VZT systémy pre vzduchotesnú zónu,
- VZT systémy pre ostatné aktívne priestory alebo priestory s možným výskytom RAL v ovzduší.

VZT systémy pre hermetickú zónu sú navrhované pre podmienky normálnej prevádzky a tiež pre zvládnutie vybraných havarijných scenárov, napr. prevádzka pri signály „malý únik“ (SB LOCA).

Detailnejší popis týchto VZT systémov je v [I.5], [I.3] a [I.1].

#### 11.3.3.2 Legislatívne požiadavky na VZT systémy z hľadiska radiačnej ochrany

VZT systémy sú klasifikované v BT III a realizované sú podľa [II.3], s nasledujúcimi funkciami:

<sup>7</sup> Konštrukčné riešenia dodatočných tienení pre 1. a 2. blok EMO12 sú identické

- sú nevyhnutné na udržanie ožiarenia obyvateľstva a zamestnancov jadrového zariadenia pod stanovenými limitmi v priebehu havarijných podmienok spojených s únikom rádioaktívnych látok alebo ionizujúceho žiarenia zo zdrojov nachádzajúcich sa mimo ochrannnej obálky (funkcia 3e),
- sú nevyhnutné na udržanie podmienok prostredia vnútri jadrového zariadenia potrebných na prevádzku bezpečnostných systémov a na prístup osôb k plneniu činností dôležitých pre jadrovú bezpečnosť (funkcia 3f)
- sú nevyhnutné na obmedzenie výpustí alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke (funkcia 3n).

VZT systémy nevykonávajú žiadne zásadné bezpečnostné funkcie. Sú to systémy so vzťahom k bezpečnosti.

VZT systémy zohľadňujú požiadavky vyplývajúce z hľadiska radiačnej ochrany, ventilačných systémov a filtračných systémov, uvedených v [II.3]<sup>8</sup>. Z požiadaviek vyplýva, že projekt JE má:

- zahrňovať ventilačné a filtračné systémy, ktoré počas normálnej a abnormálnej prevádzky a tiež počas havarijných podmienok:
  - znižujú objemové aktivity RAL pod stanovené hodnoty v ovzduší jednotlivých priestorov JE - v súlade s požiadavkami na ich prístupnosť,
  - zabráňujú rozptylu a nekontrolovanému úniku plyných RAL (v aerosólovej a jódovej forme) do určitých (prístupných) priestorov a znižujú objemové aktivity RAL pod stanovené hodnoty,
  - vytvárajú vhodné pracovné prostredie v požadovaných priestoroch,
  - udržuujú úniky RAL do okolia pod stanovenými limitami [II.4].
- zabezpečiť, že použité filtre majú požadovanú spoľahlivosť a účinnosť záchytu a bola testovaná ich účinnosť,
- zabezpečiť, že VZT systémy, ktoré sa podieľajú na zabezpečení jadrovej bezpečnosti sú zálohované a musia byť v prevádzke aj pri jednoduchej poruche.

### 11.3.3.3 Projektové charakteristiky VZT systémov z hľadiska radiačnej ochrany

Objem ventilovaného vzduchu a spôsob ventilácie je určený podľa charakteru ventilovaného priestoru. Technologické, hygienické a radiačné požiadavky sú dodržiavané aby sa zaistili požadované parametre prostredia a plyných výpustí, vrátane na vnútornú bezpečnosť a bezpečnosť prevádzky JE z hľadiska vplyvu na okolie. Ostatné projekčné kritériá VZT sú podrobne popísané v [I.5]. VZT systémy sú navrhnuté tak, aby vyhovovali požiadavkám na určenú prevádzku a aby umožňovali bezproblémovú údržbu, opravy a skúšky [II.10].

Základné požiadavky na koncepciu riešenia VZT systémov z hľadiska RO sú:

- zadržanie RAL vo vnútri fyzických bariér, vrátane udržiavania smeru prúdenia vzduchu v prevádzkových priestoroch,
- regulácia a obmedzenie množstva RAL, uvoľnených do ŽP,

<sup>8</sup> Príloha č.3, časť B, kap. G

- zabezpečenie vhodných podmienok v určených priestoroch (udržovanie tlaku a teploty ovzdušia v prevádzkových priestoroch v rozsahu navrhnutých hodnôt a limitovanie množstvo RAL v atmosfére prevádzkových priestorov),

Ďalším spôsobom riadenia koncentrácie rádioaktívnych látok je možnosť voľby režimov inštalovaných vzduchotechnických systémov v prípade vzniku havarijných situácií:

- Odstavenie VZT systémov - na dobu potrebnú k ustáleniu takých pomerov v HZ, že parametre vzduchu sú primerané prevádzke vzduchotechniky. Počas tejto doby nastáva pokles úrovne kontaminácie vzduchu.
- Použitie odsávacích VZT systémov so zabudovanými filrami do režimu recirkulácie a operatívne spustenie cirkulačného systému.

K základným rysom koncepcie projektu VZT systémov z hľadiska RO patrí:

- VZT systémy zodpovedajú zásadám aktívnej prevádzky (s RAL),

**Poznámka:** Pre komponenty aerosólových filtrov je požadovaná radiačná odolnosť min.  $10^4$  Gy bez zmeny funkčnosti až do doby predpokladanej životnosti [II.11].

- VZT systémy udržujú v určitých priestoroch podtlak voči okolitým priestorom (napr. v HZ nižší o cca. 200 Pa voči okolitým priestorom),
- návrh komplementárnych vzduchotechnických systémov pre prívod a odvod vzduchu z HZ,
- aerosólová filtrácia vzduchu privádzaného do priestorov KP,
- jediná cesta uvoľňovania vzduchu zo vzduchotechnických systémov do ŽP - cez ventilačný komín,
- vzduch odťahovaný z aktívnych priestorov (vrátane HZ) je pred uvoľnením do ŽP filtrovaný,
- filtračné zariadenia VZT systémov sú v normálnej prevádzke v podtlaku - vylučuje sa tým únik kontaminovaného vzduchu do okolitého priestoru,
- všetky VZT systémy sú navrhnuté tak, aby mohli byť v prevádzke v priebehu normálneho režimu. V priebehu MPH nie sú v prevádzke žiadne VZT systémy, v prípade ťažkej havárie sú v prevádzke iba komplementárne systémy,
- VZT systémy hermetickej zóny majú zabudované komponenty, ktoré umožňujú odpojenie potrubných vzduchotechnických trás od hermetického priestoru - uzavretie hermetickej zóny t.j. zabezpečenie integrity 4. bariéry proti šíreniu RAL,
- návrh konštrukcie VZT systémov zohľadňuje požiadavky bezproblémovej montáže, kontroly, údržby a opráv (vrátane výmeny filtračných hmôt).

Projektové riešenie vzduchotechnických systémov vychádza z plnenia požiadaviek RO:

- zabudovanie filtrov pre záchyt aerosólov a rádionuklidov jódu – v systémoch, ktoré zabezpečujú odvod vzduchu z priestorov s možným výskytom RAL,
- vysoká spoľahlivosť a účinnosť filtrácie filtračných zariadení,
- zdôvodnenie inštalácie filtračnej stanice - vyplýva z rozboru možnosti vzniku únikov rádioaktívnych aerosólov a RN jódu, resp. jeho zlúčenín a zo zhodnotenia radiačnej situácie každého daného priestoru,
- smer prúdenia vzduchu v prevádzkových priestoroch JE - vždy musí byť v smere zväčšujúcej sa rádioaktivity ovzdušia v týchto priestoroch,

- odolnosť voči maximálnym nepriaznivým účinkom, ktoré sú predpokladané počas normálnej prevádzky aj pri havárii (s rovnakým cieľom je robený aj výber filtračných materiálov vo vzduchotechnických systémoch),
- dosiahnutie vysokej spoľahlivosti prevádzky (s dostatočnou účinnosťou filtrácie), zálohovaním VZT systémov a ich komponentov, vrátane ich elektrického napájania,
- zabezpečenie radiačnej kontroly VZT systémov - radiačná kontrola vzduchu odsávaného jednotlivými vzduchotechnickými systémami je zabezpečovaná meracími kanálmi SRK, kap. 11.4 tejto PpBS [I.9].

#### **11.3.3.4 Zásady prevádzky VZT systémov z hľadiska radiačnej ochrany**

Zariadenie VZT systémov je pokiaľ možno umiestnené v takých priestoroch JE, aby sa minimalizovali expozície prevádzkových pracovníkov obsluhy a údržby. Všeobecne všetky strojné zariadenia prírodných VZT systémov sú inštalované vo voľnej zóne (mimo KP), kde sú prístupné pre obslužný personál. Strojné zariadenia pre odvod vzduchu z KP sú inštalované v KP.

Obsluhujúci personál má do nich trvalý prístup. Filtračné stanice odsávacích systémov sú inštalované mimo hermetickej zóny. Filtračné stanice cirkulačného VZT systému sú umiestnené v hermetickej zóne.

V súlade s požiadavkou minimalizácie radiačnej záťaže personálu, je ovládanie VZT systémov a prevádzkové merania VZT systémov (napr. tlaková strata na filtroch) uskutočňované diaľkovo z dozorne (okrem lokálne inštalovaných meracích prístrojov).

Pri výmene filtračných vložiek alebo sorpčných materiálov je nutné, aby pracovníci dodržiavali všetky pravidlá radiačnej ochrany a používali predpísané ochranné prostriedky pre vylúčenie možnosti internej kontaminácie. Výmena zanesených filtračných vložiek (resp. vložiek so stratou účinnosti filtrácie) aj výmena vysýtených sorbentov je manuálna. Vždy si to vyžiada podrobné zhodnotenie radiačnej situácie v blízkosti filtračných staníc a filtračných materiálov. Predpokladané externé dávky v priebehu normálnej prevádzky sú vo väčšine prípadov nízke. Po prípadnom veľkom úniku budú vykonané dodatočné opatrenia na zníženie dávkovej záťaže (napr. tienenie, atď.).

Transport a likvidácia filtračných vložiek je popísaná v rámci manipulácie triedenia RAO v Kap.14 PpBS [I.1].

#### **11.3.3.5 Skúsenosti z prevádzky EMO12 – ventilačné systémy**

V projekte MO34 boli implementované skúsenosti z prevádzky EMO12 týkajúce sa filtrácie jódu.

Navrhnuté jódomé filtre na JE EMO12 majú náročnú výmenu sorpčných patrón. Navyše tesnosť inštalácie patrón s tesnením je možné kontrolovať iba pomocou testovacej aparatúry s použitím rádioaktívneho testovacieho plynu. V projekte JE MO34 boli navrhnuté tzv. filtre s hlbokým filtračným lôžkom. Návrh tohto typu filtrov umožňuje optimalizovať radiačnú ochranu personálu. Ich aplikáciou sa tiež plní požiadavka normatívnej dokumentácie [II.10] použiť moderný typ filtrov s hĺbkou sorpčného lôžka minimálne 200 mm a dobou kontaktu min. 0,5 s.

### **11.3.4 Radiačná kontrola**

#### **11.3.4.1 Účel a funkcie systému radiačnej kontroly**

Účelom SRK je monitorovať radiačnú situáciu vo vnútri JE a v jej okolí.

V HVB, v strojovni, v budove pomocných aktívnych prevádzok, vo ventilačnom komíne a v areáli JE je systematicky a trvale sledovaná:

- radiačná situácia prostredia,
- transport a hromadenie RAL v technologických okruhoch a zariadeniach,
- tesnosť a funkčnosť bariér proti únikom RAL,
- úroveň rádioaktívnych výpustí z ventilačného komína a RAO,
- kontaminácia povrchov, zariadení a osôb v pracovných priestoroch.

Monitorovanie je zabezpečené v priebehu normálnej a abnormálnej prevádzky ako aj počas havarijných a pohavarijných podmienok.

#### **11.3.4.1.1 Klasifikácia systému radiačnej kontroly**

Rýchločinné armatúry a hermetické priechodky sú bezpečnostné systémy klasifikované v BT II. Merania pre PAMS a SAMS sú vo všeobecnosti klasifikované ako bezpečnostné systémy, zaradené do BT III, niektoré merania pre PAMS nie sú zaradené do bezpečnostnej triedy BT III. V [I.9] je uvedený podrobný zoznam meraní PAMS s uvedením bezpečnostnej triedy. Ostatné časti systému radiačnej kontroly nemajú vzťah k bezpečnosti.

Rýchločinné armatúry sú seizmicky klasifikované v triede SK 1a. Hermetické priechodky sú seizmicky klasifikované v triede 1b. Seizmická kategória 1a je vo všeobecnosti požadovaná na celý systém meraní privedených do PAMS a SAMS ako aj na podporné systémy (stavebná časť, strojné časti SRK, systém elektrického napájania). Niektoré merania pre PAMS a SAMS nie sú zaradené seizmickej kategórii 1a. V [I.9] je uvedený podrobný zoznam meraní pre PAMS a SAMS s uvedením seizmickej kategorizácie. Ostatné zariadenia sú zaradené do seizmickej kategórie 2a alebo 2b.

Rýchločinné armatúry patria do STN EN 61226 trieda A. Merania pre PAMS a SAMS patria do STN EN 61226, trieda C. Ostatné časti SRK nie sú klasifikované. Podrobnejší popis je uvedený v [I.9].

#### **11.3.4.1.2 Bezpečnostné funkcie systému**

Systém radiačnej kontroly nevykonáva žiadne zásadné bezpečnostné funkcie.

Podľa [II.3] vykonáva nasledovné funkcie:

- Je dôležitý pre udržanie ožiarenia obyvateľov a pracovníkov pod schválené limity v počas havarijných a pohavarijných podmienok spojených s únikom rádioaktívnych látok alebo ionizujúceho žiarenia zo zdrojov umiestnených mimo hermetickej zóny (funkcia 3e),
- Je dôležitý pre udržanie podmienok prostredia vnútri jadrového zariadenia požadovaných pre prevádzku bezpečnostných systémom a pre prístup pracovníkov vykonávajúcich činnosti dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti (funkcia 3f).

Rýchločinné armatúry a hermetické prechodky na odberových vzorkovacích trasách z HZ plnia zásadnú bezpečnostnú funkciu HZ z pohľadu šírenia rádioaktívnych látok, t.j. obmedzujú množstvo rádioaktívnych látok uvoľňovaných z HZ v havarijných podmienkach. Podľa [II.3] plnia funkciu 2g, t.j. sú dôležité pre obmedzenie uvoľňovania rádioaktívnych látok z ožiarého paliva z HZ v priebehu a počas havarijných

podmienok a funkciu 2h, t.j. sú určené na obmedzenie prenikania ionizujúceho žiarenia mimo HZ v priebehu a počas havarijných podmienok.

#### **11.3.4.1.3 Projektové riešenie systému**

##### **11.3.4.1.3.1 Popis DPS systému radiačnej kontroly**

System radiačnej kontroly patrí do dielčích podsúborov nasledovne:

- Radiačná kontrola v HVB,
- Radiačná kontrola – dovybavenie (doplnenie zariadení),
- Radiačná kontrola – elektrická časť,
- Laboratórium pre údržbu a opravy prístrojov RK,
- Ciachovňa prístrojov RK.

Uvedené DPS sú popísané v nasledujúcich podkapitolách.

##### **11.3.4.1.3.1.1 Popis radiačnej kontroly v HVB**

Zahrňujú vybavenie systému ISRK pre monitorovanie radiačnej situácie v priestoroch, stavu technologických systémov, aktivity výpustí v hlavných výrobných budovách 3. a 4. bloku (t.j. reaktorovňa, priečna etažérka, pozdĺžna etažérka, strojovňa, BaPP, ventilačný komín, prevádzková budova) a vo vonkajšom prostredí.

Ďalej tieto DPS zahrňujú autonómne stabilné a prenosné prístroje na monitorovanie pracovného prostredia, kontaminácie personálu, systémov a zariadení, plyných výpustí, rádioaktívneho odpadu. Sú v nich zahrnuté aj zariadenia pre odber vzoriek, ktoré sú následne kontrolované v laboratóriu.

##### **11.3.4.1.3.1.2 Popis radiačnej kontroly – dovybavenia (doplnenie zariadení)**

Obsahuje autonómne a prenosné zariadenia na monitorovanie kontaminácie osôb a predmetov opúšťajúcich kontrolované pásmo, kontamináciu osôb, vozidiel a materiálu opúšťajúcich areál EMO, úroveň expozície osôb and aktivity v laboratórne vyhodnocovaných vzorkách.

Popis je uvedený v [I.9].

##### **11.3.4.1.3.1.3 Popis radiačnej kontroly – elektrická časť**

Predstavuje elektrickú časť systému radiačného monitorovania.

##### **11.3.4.1.3.1.4 Popis laboratória pre údržbu a opravy prístrojov RK**

Zahrňuje prístroje, nástroje, zariadenia a programové vybavenie, ktoré dopĺňajú obdobné vybavenie laboratória v JE EMO12 tak, aby bolo možné v ňom vykonávať plánované a neplánované opravy,



nastavenia a údržbu detekčných jednotiek, meracích zariadení a prístrojov systému radiačnej kontroly v MO34.

#### **11.3.4.1.3.1.5 Popis ciachovne prístrojov RK**

Zahrňuje vybrané monitorovacie zariadenia, ostatné prostriedky ako zdroje žiarenia, držiaky detektorov a programové vybavenie pre testovanie, kontrolu a kalibráciu zariadení radiačnej kontroly dopĺňujúcich vybavenie na JE EMO12.

#### **11.3.4.1.3.2 Štruktúra a architektúra informačného systému radiačnej kontroly ISRK**

Informačný systém radiačnej kontroly je viacúrovňový modulárny technologický informačný systém, ktorý pracuje autonómne a nezávisle na iných informačných systémoch JE. Z hľadiska hierarchie je rozdelený je do troch úrovní: spodná úroveň, stredná úroveň a horná úroveň. Jednotlivé úrovne sú popísané v nasledovných kapitolách.

##### **11.3.4.1.3.2.1 Horná úroveň ISRK**

Horná úroveň ISRK vykonáva nasledujúce základné funkcie:

- monitoruje a sprostredkováva informácie z radiačnej kontroly prostredia a technologických okruhov,
- prenáša a sprostredkováva meteorologické údaje a údaje o radiačnej situácii okolia JE,
- zabezpečuje komunikáciu a prenos údajov z/do externých informačných systémov,
- zabezpečuje prezentáciu a archiváciu nameraných údajov v DRK.

Komplexné požiadavky na riešenie ISRK sú vo všeobecnej podobe uvedené predovšetkým v STN IEC 61 504 „Jadrové elektrárne - Prístroje a riadiace systémy dôležité pre bezpečnosť - Radiačná kontrola elektrárne" [II.16].

Horná úroveň systému je tvorená miestnou počítačovou sieťou s architektúrou Klient – Sever. Využíva štandardnú komunikáciu pomocou TCP/IP protokolu. Systém je projektovaný redundantne s odolnosťou voči jednoduchej poruche. Využíva špeciálny aplikačný softvér vyvinutý na platforme Wonderware s komunikačným prostredím In Touch.

Časť pre zber dát obsahuje redundantne zapojené aplikačné servery, ktoré pracujú pod SCADA platformou Wonderware. Spracované dáta sú v rámci Wonderware platformy zobrazované na pracovných staniciach, a archivované vo Wonderware archivačnom serveri.

Hornú úroveň ISRK tvoria nasledovné zariadenia:

- pracovné stanice - prezentácia radiačnej situácie v HVB 3. a 4. Bloku, v spoločných priestoroch (BaPP) a v okolí elektrárne,
- grafická stanica - prezentácia radiačnej situácie v pracovnom prostredí, v okolí JE a technologických okruhoch. Okrem toho poskytuje personálu radiačnej ochrany nevyhnutnú technickú dokumentáciu v elektronickej podobe,
- servery pre zber a prenos dát a výpočty,

- archivačný server,
- periférne zariadenia (tlačiarne, projekory),
- redundantná počítačová sieť s prepínačmi CISCO.

Zariadenia hornej úrovne ISRK sú rozmiestnené na dvoch pracoviskách dozorní radiačnej kontroly.

Dáta sú zberané vo vopred definovaných časových intervaloch, vrátane informácií o svojej kvalite. Frekvencia prenosu dát z procesu monitorovania radiačnej situácie zohľadňuje charakteristiky jednotlivých meraní. Perióda vzorkovania bola zvolená nasledovne:

- havarijné merania - 7 sekúnd,
- monitory príkonu dávky - 10 sekúnd,
- gamaspektrometria I.O. - 10 minút (základná časová báza merania),
- monitory <sup>16</sup>N, monitory kvapalín a ostatné monitory - 1 minúta.

Zdroje vstupných dát sú nasledovné:

- dáta z meraní RK (na 3. a 4. bloku a zo spoločných technologických objektov),
- dáta z a do PICS3 a PICS4,
- dáta z CRCS EMO12,
- dáta z merania technologických veličín a systémov PLC.

### **Archivačný server**

Archivačný server plní funkciu archivácie dát. Systém archivácie dát je rozdelený na dve časti - časť určenú pre krátkodobý archív a časť určenú pre dlhodobý archív. Z dát uložených v krátkodobom archíve sa vytvára dlhodobý archív, ktorý sa zálohuje na externých pamäťových médiách.

### **Riadiaca stanica Galaxy**

Riadiaca stanica Galaxy slúži ako inžinierska stanica pre správu ISRK aplikácie.

### **Pracovné stanice**

Pracovné stanice slúžia na sprostredkovanie užívateľského rozhrania ISRK obslužnému personálu DRK. Na pracovných staniciach sú zobrazované informácie z radiačnej situácie prostredia, technologických okruhov, okolia. Umožňujú zobrazovanie alarmov, trendov, ovládanie COS, zobrazovanie diagnostických informácií, tvorbu hlásení, prihlásenie a odhlásenie sa do/z systému a pod.. V oboch dozorniciach (MO34 a EMO12) sú pracovné stanice vytvorené servermi, inštalovanými v samostatných skriniach.

Z hľadiska aplikácie sú pracovné stanice autonómne, na ktorejkoľvek stanici je možné zobraziť ktorúkoľvek časť aplikácie. Ich pripojenie je realizované redundantne prostredníctvom Ethernet rozhraní.

### **Grafická stanica**

Grafická stanica pozostáva zo štvor-segmentového grafického panelu, riadiaceho počítača grafického panelu a riadiacich počítačov jednotlivých segmentov grafického panelu. V riadiacom počítači beží aplikácia pre každý segment. Riadiaci počítač grafického panelu (optocontroller) zabezpečuje zobrazenia na celej ploche grafického panelu.

K riadiacemu počítaču patrí klávesnica, myš a prepínač, ktorými je možné ovládať aplikácie v jednotlivých segmentoch. Kombináciou predprogramovaných kláves je umožnené taktiež zobrazenie obrazovky z jedného segmentu na celú plochu grafického panela.

### **Programové vybavenie ISRK**

Programové vybavenie hornej úrovne ISRK pozostáva zo:

- základného systémového SW - Microsoft Windows Server 2008,
- základného aplikačného SW - Systémová Platforma Wonderware a In Touch,
- špeciálneho aplikačného SW ISRK.

Štruktúra programového vybavenia je zobrazená na Obrázok 11.3-1.

#### **11.3.4.1.3.2.2 Stredná úroveň ISRK**

Strednú úroveň SRK tvoria nasledujúce zariadenia:

- prepojovacie skrine,

- systém koncentrátorov,
- systém merania neelektrických veličín,
- systém PLC,
- systém ovládania dúchadiel COS,
- systém ovládania ventilov COS,
- systém ovládania dúchadiel primárneho odberového systému vo ventilačnom komíne.

Prepojovacie skrinky slúžia na pripojenie monitorov dolnej úrovne na koncentrátoary. Ich usporiadanie umožňuje jednoduchú výmenu monitora (LPU alebo LPDU). Funkcie prepojovacích skriniek sú nasledovné:

- signálne prepojenie monitoru dolnej úrovne (LPU alebo LPDU) ku koncentrátoru,
- rozvod elektrického napájania pre monitor dolnej úrovne a pre servisnú zásuvku,
- pripojenie prenosného počítača pre údržbu alebo prezentáciu nameraných údajov a stavov,
- prepojenie dátových vodičov do koncentrátoru,
- prepojenie vodičov s analógovým signálom do systémov PAMS alebo SAMS,
- napájanie pre signalizačnú vežu,
- signalizačná veža je umiestnená na prepojovacej skrinke.

Systém koncentrátorov predstavuje 20 skriň koncentrátorov pre 3. blok (HVB a BaPP) a 7 skriň koncentrátorov pre 4. blok. Funkcie koncentrátorov sú:

- rozvod a istenie napájania jednotlivých monitorov dolnej úrovne cez prepojovacie skrinky,
- pripojenie dátových kanálov monitorov dolnej úrovne pomocou opakovačov a galvanické oddelenie,
- prevod protokolu MODBUS zo zbernice RS485 na Ethernet,
- prevod z metalických vodičov na optické vlákno.

Systém merania neelektrických veličín predstavuje pomocné miestne merania, potrebné pre riadenie systému centrálneho odberového systému vzduchu (COS) a odberového zariadenia vo ventilačnom komíne.

Týka sa to nasledovných meraní:

- podtlaku v spoločnom kolektore COS,
- prietoku cez jednotlivé kolektory COS
- limitné hodnoty prietoku cez plavákové prietokomery,
- parametrov vzduchu vo ventilačnom komíne - teplota, vlhkosť, prietok,
- parametrov vzduchu v primárnom odberovom potrubí komína - teplota, vlhkosť, prietok.

Systémy PLC predstavujú inteligentné rozhranie medzi hornou úrovňou ISRK a skriňami ovládania. PLC systémy zabezpečujú:

- prevod analógových signálov z miestnych meraní neelektrických veličín a prenos dát,
- prevod binárnych signálov z miestnych meraní neelektrických veličín a prenos dát,
- logické vyhodnocovanie analógových a binárnych signálov a správnej prevádzky COS,
- generovanie povelov pre skrine ovládania,
- obojsmerný prenos informácií a povelov medzi hornou a dolnou úrovňou ISRK.

Jeden z PLC systémov zabezpečuje aj zber informácií o stave hermetických dverí a ovládanie blokovania hermetických dverí a signalizačných zariadení.

Systém ovládania ventilov centrálneho odberového systému vzduchu (COS) poskytuje možnosť ovládania dúchadiel COS cez ISRK buď v automatickom režime alebo manuálne z ISRK. Tri dúchadlá COS, z ktorých každé je napájané z iného systému zaisteného napájania, pracujú v takom režime, že jedno dúchadlo je pracovné a ďalšie dve sú v zálohe (záloha 200 %).

Pri poklese alebo strate podtlaku v COS je pracovné dúchadlo automaticky odstavené a je spustené rezervné dúchadlo. Výmena dúchadiel prebehne automaticky alebo aj na povel operátora cez ISRK.

Skrine ovládania dúchadiel zabezpečujú prívod elektrického napájania a spínanie solenoidových ventilov dúchadla. Stav dúchadiel je zobrazovaný svetelnou signalizáciou na skrini ovládania a v systéme ISRK (prenos stavových informácií z PLC do ISRK). Skrine ovládania umožňujú aj ručné miestne ovládanie dúchadla - zapnutie a vypnutie pre odskúšanie po oprave.

Systém ovládania ventilov generuje povely pre otváranie a zatváranie elektromagnetických ventilov COS. Tieto ventily umožňujú prepínanie jednotlivých odberov sekvenčných monitorov a prefuk meracej komory pri prepínaní, alebo na povel operátora.

Systém ovládania dúchadiel vo ventilačnom komíne zabezpečuje:

- riadenie dúchadiel primárneho odberového potrubia cez frekvenčný menič pre dosiahnutie hodnoty prietoku na 1/1000 prietoku cez ventilačný komín,
- zber informácií o parametroch vzorky vzduchu,
- kontrolu ohrevu odberového potrubia v primárnom odberovom systéme vo VK,
- odosielanie informácií o parametroch vzorky v primárnom odberovom systéme do systémov Berthold.

#### 11.3.4.1.3.2.3 Dolná úroveň ISRK

Dolná úroveň ISRK pozostáva z monitorovacích zariadení a príslušných podporných zariadení určených pre detekciu žiarenia a získanie údajov merania.

Nasledovná Tabuľka 11.3-1 uvádza prehľad týchto monitorov s uvedením predmetu a podmienok monitorovania. Podrobnejší popis týchto monitorov je uvedený v [I.9].

**Tabuľka 11.3-1 Monitorovacie zariadenia ISRK**

Oblasť monitorovania		Predmet monitorovania	Monitory pre normálne/abnormálne prevádzkové podmienky	Monitory pre havarijné a pohavarijné podmienky (vrátane ťažkých havárií)
Monitorovanie prostredia		Monitorovanie PD gama žiarenia	GIM204-K1 LPU, GIM204-K1 LPDU, GIM206	GIM206
			GIM204-K1 LPU, GIM204-K1 LPDU	
			GIM204-K1 LPDU	
			GIM204-K1 LPU, GIM204-K1 LPDU	GIM204-K1
		Monitorovanie rádioaktívnych aerosólov	ABPM201L	
			ABPM203K, ABPM201L	
		Monitorovanie rádioaktívnych vzácných	NGM204K	
			NGM209K	

Oblasť monitorovania		Predmet monitorovania	Monitory pre normálne/abnormálne prevádzkové podmienky	Monitory pre havarijné a pohavarijné podmienky (vrátane ťažkých havárií)
		plynov		
		Monitorovanie rádioaktívnych nuklidov jódu	IM201L	
Monitorovanie plyných výpustí		Monitorovanie rádioaktívnych aerosólov	BAI9100D pre kontinuálne meranie, VOPV10 a VOP12 pre odber vzoriek a diskontinuálne meranie	GIM206 (hlavne pre RVP) pre kontinuálne meranie, vzorkovač VOPV10 pre diskontinuálne meranie
		Monitorovanie rádioaktívnych vzácnych plynov	NGM215 pre kontinuálne meranie, vysokotlaková odberová súprava OZ-01 pre diskontinuálne meranie	GIM206
		Monitorovanie rádioaktívnych nuklidov jódu	BAI9103-21 pre kontinuálne meranie, VOPV10 a VOPV12 pre odber vzoriek a diskontinuálne meranie	GIM206 (hlavne pre RVP) pre kontinuálne meranie, vzorkovač VOPV10 pre diskontinuálne meranie
		Monitorovanie trícia $^3\text{H}$ a uhlíka $^{14}\text{C}$	$^3\text{H}/^{14}\text{C}$ vzorkovač pre diskontinuálne meranie	
Monitorovanie technologických procesov	Monitorovanie primárneho okruhu		HPGe	
			GC1518+Lynx	
			SAM201	
	Monitorovanie tesnosti bariér (tesnosť teplovýmenných plôch) medzi primárnym a sekundárnym okruhom		GIM204-K4	
			LM211S	
		SGLM202		
				GIM202
			GIM204-K4	

Oblasť monitorovania	Predmet monitorovania		Monitory pre normálne/abnormálne prevádzkové podmienky	Monitory pre havarijné a pohavarijné podmienky (vrátane ťažkých havárií)
	Monitorovanie vložených okruhov		LM211S	
			LM211S	
	Monitorovanie čistiacej stanice plynov		NGM204L	
			NGM204L, IM201L	
	Monitorovanie čistiacej stanice technologických odzdušnení nádrží (ČTON)		GIM204-K1, ABPM203K, NGM209K, IM201L	
	Monitorovanie čistiacej stanice vôd		LM211S	
			LM211S	
	Monitorovanie prieniku aktivity do chladiacich okruhov		SAM201	
			SAM201	
				SAM201
	Monitorovanie VZT systémov		NGM204K, ABPM201L, IM201L	
			NGM209K, ABPM203K, IM201L	
Monitorovanie procesu hydraulického vyplavovania		GIM204-K1		
		GIM204-K1		

#### 11.3.4.1.3.3 Strojná časť SRK

Strojná časť systému radiačnej kontroly patrí k spodnej úrovni ISRK. K strojnej technológii SRK patria nasledujúce systémy:

- centrálny odberový systém vzduchu (COS) - odber vzoriek vzduchu z vybraných miestností HVB,
- vzorkovací systém vo ventilačnom komíne - primárny odberový systém vzoriek vzdušiny z telesa ventilačného komína (dúchadlá, ventily, potrubný rozvod odoberaného vzduchu),
- vzorkovacie odberové potrubia pre monitorovanie kvapalín.

Všetky uvedené systémy sú samostatné nezávislé vzorkovacie (odberové) systémy. COS zabezpečuje vzorkovanie v systéme kontroly objemovej aktivity vzduchu v miestnostiach HVB a vo VZT systémoch. Vytvára požadovaný prietok cez detekčné bloky monitorov pre kontrolu objemových aktivít aerosólov, rádioaktívneho jódu a RVP.

Odberový systém vo ventilačnom komíne uskutočňuje vzorkovanie vzduchu pre kontinuálnu a periodickú kontrolu exhalátov z ventilačného komína.

Charakter strojárkej technológie majú i potrubné rozvody, ventily a chladiče pre odber vzoriek kvapalných médií, hlavne u špeciálnej technologickej kontroly.

#### 11.3.4.1.3.3.1 Centrálny odberový systém

COS vytvára požadovaný podtlak v systéme vzorkovania vzduchu z vybraných priestorov a VZT systémov. Týmto podtlakom sa vytvára (a udržuje) projektová hodnota prietoku cez monitorovacie zariadenia aktivity plyných kontaminantov v kontrolovanom vzorkách vzduchu z určených priestorov.

Zostava systému odberu vzoriek je tvorená:

- zálohovanými dýchadlami (so zálohou 200%). Ak na saní pracovného dýchadla klesne podtlak, automaticky prechádza dýchadlo z horúcej rezervy do pracovného režimu. Okrem toho je striedanie režimov dýchadiel manuálne volené na základe harmonogramu SRK.
- systémom sacích potrubí - vedených z určených priestorov HVB, resp. definovaných odberových bodov technológie (VZT systémy HVB a systém KPM) po nasávací kolektor dýchadiel.
- oddeľovacími elektromagnetickými ventilmi - rýchločinné armatúry (z vnútra aj z vonku HZ) - zabezpečujú oddelenie HZ od ostatných častí HVB v prípade havárie, vrátane ťažkej havárie,
- hermetickými priechodkami pre impulzné trubky (pre sacie potrubia) - vývod vzoriek z miestností HZ na oboch blokoch,
- elektromagnetickými ventilmi pre sekvenčné monitory plynov,
- výtlakovými potrubiami - nimi je vedený vzduch z HVB do ventilačného komína,
- prvkami kontroly a riadenia - zabezpečujú meranie a riadenie prevádzky COS (prietokomery, prevodníky merania podtlaku, rotametre a manuálne regulačné ventily).

Odberový systém je navrhnutý tak, že v každej odberovej trase je zabezpečený prietok 2,1 m<sup>3</sup>/hod. (35 l/min).

Každá vzorkovacia trasa pre monitorovanie vzácnych plynov je vybavená podpornými zariadeniami:

- „meracím“ aerosólovým filtrom (alebo monitorom aerosólov) na začiatku odberovej trasy,
- odlučovačom vlhkosti,
- druhým aerosólovým filtrom na konci odberovej trasy,
- elektrickým prietokomerom, ktorý je súčasťou monitora,
- plavákovým prietokomerom (rotameter),
- manuálnym regulačným ventilom,
- uzatváracím ventilom.

Okrem trvalého monitorovania (s trvalým odberom vzorky) sú v rámci COS pre monitorovanie vzácnych plynov inštalované aj sekvenčné monitory. Odbery pre periodickú kontrolu prostredia v miestnostiach sú združované po skupinách a spolu s detekčnou jednotkou tvoria sekvenčný monitor. V HVB 3. bloku je 12 sekvenčných monitorov, v HVB 4. bloku je 9 sekvenčných monitorov. V BaPP je jeden sekvenčný monitor, nie je však súčasťou COS - má vlastné dýchadlo.



Detekčná jednotka monitora meria kontinuálne. Vzorka vzduchu prechádzajúca cez monitor je odoberaná vždy iba z jednej miestnosti. Prepínanie odberov pre kontrolu aktivít v jednotlivých miestnostiach sa vykonáva prostredníctvom ISRK z DRK automaticky alebo na povel operátora.

Okrem merania objemovej aktivity RVP zabezpečuje COS aj monitorovanie objemovej aktivity aerosólov a jódov na výstupoch VZT systémov a monitorovanie objemovej aktivity jódu v systéme čistiacej stanice plynov. Prehľad počtu odberových trás pripojených na COS obsahuje Tabuľka 11.3-2 (v HVB) a Tabuľka 11.3-3 (v BaPP).

**Tabuľka 11.3-2 Prehľad počtu odberových trás v HVB pripojených na COS**

Stavebný objekt	Počet odberových trás			
	Združené odbery *	Samostatný odber	RK na VZT systémoch	RK v čistiacej stanici plynov
HVB 3.blok	46	18	6	4
HVB 4.blok	32	10	5	-

\* Počet odberových trás je daný počtom združených odberov a počtom kontrolovaných miestností v nich - kapitola 11.4 tejto PpBS [I.9].

**Tabuľka 11.3-3 Prehľad počtu odberových trás v BaPP pripojených na COS**

Stavebný objekt	Počet odberových trás			
	Združené odbery	Samostatný odber	RK na VZT systémoch	RK v čistiacej stanici plynov
BaPP	6	6	1	1

Systém odberu vzoriek vzduchu z priestorov BaPP nemá centrálnu dýchadlu. Jednotlivé monitory sú vybavené vlastnými vzduchovými čerpadlami.

Požiadavky na vzorkovací systém sú uvedené v norme ISO2889:2010 [II.18].

### **Ovládanie dúchadiel v systéme COS**

V systéme COS sú rotačné dúchadlá a im zodpovedajúce elektromagnetické ventily. Tieto ventily sú zablokované s príslušnými dúchadlami - ovládanie ventilov je automatické. Ventil sa automaticky zatvára pri odstavení príslušného dúchadla a automaticky otvára pri spustení dúchadla.

Jedno z troch dúchadiel je vo funkcii pracovného, druhé je v „horúcej“ rezerve a tretie v „studenej“ zálohe alebo oprave. Funkcie jednotlivých dúchadiel budú pravidelne striedané - perióda striedania je súčasťou prevádzkovej dokumentácie.

Ovládanie je automatické z ISRK alebo na povel operátora. Dúchadlo automaticky zapína, pokiaľ je navolené ako pracovné. Ľubovoľné z troch dúchadiel môže byť navolené ako pracovné. Automatický zások rezervy nastáva pri strate podtlaku v spoločnom kolektore na saní dúchadiel. Pri manuálnom spúšťaní až po dosiahnutí potrebného podtlaku v sacom kolektore je možné zvoliť jedno z ostatných dvoch dúchadiel ako rezervné.

Každé dúchadlo má miestnu skrinku ovládania, kde je prepínač ovládania MIESTNE - DIALKOVÉ a tlačidlá pre zapnutie /vypnutie dúchadla z miesta napr. po oprave.

Signalizácia stavu dúchadiel je v DRK, zabezpečená je v ISRK - prostredníctvom mnemonických schém.

### **Ovládanie elektromagnetických ventilov v COS**

V odberových trasách COS sú navrhnuté diaľkovo riadené elektromagnetické ventily:

- na uzatvorenie HZ v prípade vzniku MPH - nižšie sú uvedené signály pre riadenie RČA, inštalované na hranici HZ,
- na riadenie odberových miest v subsystéme sekvenčných monitorov monitorovania RVP.

Rýchločinné armatúry sú inštalované na hranici hermetických miestností, na odberových potrubiach pre vývod vzoriek vzduchu do monitorovacích systémov, inštalovaných mimo HZ. Ovládanie týchto RČA je manuálne - diaľkové alebo automatické.

### **Ovládanie sekvenčných monitorov**

Na riadenie sekvenčných monitorov sú využívané „meracie“ elektromagnetické ventily. Na čistenie meracej komory sú využívané prefukovacie ventily. Ventily systému sú ovládané z DRK cez ISRK, PLC a skrine ovládania ventilov. Operátor DRK môže zvoliť interval prepínania jednotlivých odberov sekvenčného monitora, prípadne vybrať niektorý odber ručne pre získanie rýchlej informácie. Po každom prepnutí miesta odberu sekvenčného monitora, alebo na povel operátora sa meracie trasy uzatvoria a otvorí sa prefukovacie potrubie s prívodom nekontaminovaného vzduchu. V nej je atmosféra s vysokou pravdepodobnosťou čistá a nekontaminovaná.

#### **11.3.4.1.3.3.2 Systém odberu vzoriek z ventilačného komína**

Odberový systém vzoriek zabezpečuje reprezentatívny izokinetický odber vzorky vzduchu priamo z komína. Tvorený je primárnym odberovým potrubím so vzájomne zálohovanými veľkoobjemovými dúchadlami

a redundantnými meraniami teploty, vlhkosti a prietoku vzduchu v komíne a redundantnými meraniami teploty, vlhkosti a prietoku vzduchu v primárnom odberovom potrubí. Odberový systém umožňuje izokinetický odber vzorky 400 - 800 m<sup>3</sup>/h, t.j. 1/1000 prietoku vzduchu komínom (v rozmedzí 400 000 - 800 000 m<sup>3</sup>/h), čo plne pokrýva max. a min. projektové hodnoty. Vzorky vzduchu sú vedené k jednotlivým monitorom a vzorkovačom v miestnosti merania. Vzorka vzduchu z monitorov a vzorkovačov je odvedená naspäť do ventilačného komína.

Z dôvodu zamedzenia prípadnej kondenzácie vodných pár na stenách potrubí a harmonizácie podmienok merania je primárne odberové potrubie vyhrievané tak, aby bola stála teplota vzorky.

Prívod vzorky vzduchu k jednotlivým monitorom a vzorkovačom je riešený pomocou sekundárnych odberových potrubí, ktoré zabezpečujú izokinetický odber vzorky pre aerosóly a jód.

Vyhotovenie odberového systému, vrátane odberových sond zo vzorkovaného primárneho odberového potrubia je v súlade s ISO 2889 tak, aby bol odber vzorky reprezentatívny a bol minimalizovaný záchyt aerosólov na stenách potrubných trás.

V telese komína a v primárnom odberovom potrubí je kontinuálne meraná teplota, vlhkosť a prietok vzduchu. Tieto merania sú z dôvodu koncepcie zálohovania merania a napájania zdvojené.

Informácie o poruche všetkých pomocných meraní v telese ventilačného komína a v odberovom systéme sú spolu s poruchami dúchadiel, vzorkovačov a vyhrievacieho systému prenášané do ISRK.

#### **11.3.4.1.3.3.3 Odber vzoriek pre monitorovanie kvapalín**

Odber vzoriek kvapalín je uskutočňovaný pre kvapalinové monitory, inštalované na technologických okruhoch I.O., vložených okruhoch (VO HCČ, VO SORR), odluhoch PG, na systéme kondenzátu vykurovacej pary a odpadových vôd „ŠOV-3“. Prietok kvapaliny v odberových trasách je zabezpečovaný tlakovým spádom na čerpadlách alebo na škrtiacich clonách.

Použitie monitora kvapalín LM211S pre meranie objemovej aktivity kvapalín vyžaduje, aby teplota kontrolovanej kvapaliny neprevýšila 40 °C a rýchlosť zmeny jej teploty neprevýšila 15°C/hod. Tieto podmienky vyplývajú z charakteristík scintilačnej detekčnej jednotky. Preto je kvapalina pred prívodom do detekčného systému monitora LM211S chladená. Chladiče sú súčasťou odberovej trasy.

Potrubia odberových trás sú z trubiek DN15, DN20 z nerezovej ocele 08Ch18N10T (alebo jej ekvivalentu 1.0352, resp. STN 17247.4). Z rovnakého materiálu sú aj ventily v týchto trasách.

Odberové potrubia pre monitory na I.O. sú vybavené obmedzovačmi výtoku a oddeľovacími ventilmi ako hranice medzi technológiou I.O. a monitorovacím systémom.

Všetky odberové systémy pre vzorkovanie kvapalín sú vybavené preplachovacou vetvou.

#### **11.3.4.1.3.3.4 Odberové potrubia pre monitorovanie plynných vzoriek**

Odberové potrubia pre monitorovanie aerosólov sú navrhnuté s cieľom minimalizovať straty aerosólov pred prívodom do detekčnej jednotky monitora. Táto minimalizácia je dosiahnutá voľbou priemeru vzorkovacieho potrubia (DN25), dĺžkou tohto potrubia, tvarovaním shaping (ohyby) a pomerom dĺžok horizontálne a vertikálne orientovaných úsekov potrubia.

Odber vzoriek vzduchu z príslušných potrubí VZT systémov alebo z otvorených priestorov je uskutočňovaný s pomocou vzorkovacích sond (dýz). Odberové sondy pre odber vzorky aerosólov majú parametre, zabezpečujúce izokinetický odber. Odberové potrubie pre samostatné monitorovanie RVP má priemer DN15 a jeho vyhotovenie (dĺžka, horizontálne a vertikálne úseky, kvalita povrchu) nie je kritickým parametrom merania. Súčasťou vzorkovacích systémov sú aj prefukovacie vetvy.

#### 11.3.4.1.3.4 Prenosné a autonómne meracie prístroje

V nasledovnej Tabuľka 11.3-4 je uvedený prehľad autonómnych a prenosných prístrojov radiačnej kontroly s uvedením predmetu a podmienok monitorovania. Podrobnejší popis je uvedený v [I.9].

**Tabuľka 11.3-4 Autonómne a prenosné zariadenia radiačnej kontroly**

Oblasť monitorovania	Predmet monitorovania	Monitorovaný priestor / zariadenie	Monitory pre normálnu / abnormálnu prevádzku
Monitorovanie prostredia	Monitorovanie PD gama žiarenia	Monitorovanie v KP a mimo KP	FH40G, MiniSmartlon 2140S, FH40TG, G64, InSpector1000
	Monitorovanie objemovej aktivity rádioaktívnych aerosólov	Monitorovanie v KP a mimo KP	ABPM203M – prenosný monitor, vzorkovače VOPV10, VOPV12,
	Monitorovanie objemovej aktivity RVP	Monitorovanie v KP a mimo KP	FHT 59 EF
	Monitorovanie objemovej aktivity izotopov jódu	Monitorovanie v KP a mimo KP	Vzorkovače VOPV10, VOPV12
	Monitorovanie úrovne neutrónového žiarenia	Monitorovanie v KP	FHT752 + FH40G
Monitorovanie rádioaktívnych odpadov	Monitorovanie hmotnostnej aktivity	Gamaspektrometrické monitorovanie hmotnostnej aktivity odpadov uložený v 200 l sudoch.	WM2110
Monitorovanie kontaminácie	Celotelové monitorovanie kontaminácie	Monitorovanie v KP	RZB 04-04
		Monitorovanie v hygienickej slučke	Argos5-Zeus
		Monitorovanie mimo KP	GEM-5+GEM5RAMP at na osobnej vrátnici
	Monitorovanie kontaminácie rúk a nôh	Monitorovanie v KP	LB147
Monitorovanie kontaminácie rúk	Monitorovanie v KP	LB124Scint	

Oblasť monitorovania	Predmet monitorovania	Monitorovaný priestor / zariadenie	Monitory pre normálnu / abnormálnu prevádzku
	Monitorovanie materiálov, nástrojov a pracovných prostriedkov	Monitorovanie v hygienickej slučke	SKDP-100 a Cronos 4
	Monitorovanie povrchovej kontaminácie	Monitorovanie povrchovej kontaminácie zariadení a povrchov pracovísk prenosnými prístrojmi v a mimo KP	LB124Scint, FHZ742+FH40G, FHZ742BP17B-F+FH40G
	Monitorovanie vozidiel	Monitorovanie mimo KP	Rad Sentry portálový monitor na nákladnej vrátnici

#### 11.3.4.1.3.5 Prenos dát do/z iných systémov

#### 11.3.4.1.3.6 Elektrické napájanie

Súhrn požiadaviek na elektrické napájanie funkčne významných spotrebičov je v dokumente [I.1], kde podrobne špecifikované všetky požadované parametre napájania spotrebičov a ich bezpečnostné parametre.

Koncepcia elektrickej časti a vlastnej spotreby je popísaná v [I.1], kde sú stanovené:

- všeobecné a základné princípy riešenia systémov vlastnej spotreby JE,
- požiadavky spotrebičov na elektrické napájanie (popis údajov a hodnoty),
- popis schémy systému vlastnej spotreby JE - zdroje a rozvodná sieť systému vlastnej spotreby a ich funkcie.

Nižšie sú popísané špecifické prípady napájania niektorých zariadení SRK.

Pre dôležité elektrické spotrebiče v HVB sú inštalované rozvádzače, ktoré napájajú iba zariadenia SRK. Elektrické napájanie niektorých spotrebičov ISRK je zabezpečené z rozvádzačov iných základných systémov. S uvažovaním dôležitosti jednotlivých spotrebičov je napájanie spotrebičov zabezpečené z rozvádzačov nasledujúcich kategórií:

- dôležité monitory a koncentrátoary sú napájané z kategórie zaisteného napájania ,
- SAMS monitory a koncentrátoary sú napájané z kategórie III/I (EEPS S) zaisteného napájania
- významné monitory a koncentrátoary, vývevy a dôležité solenoidové ventily sú napájané z II. kategórie zaisteného napájania ,
- monitory kontaminácie a doplnkové zariadenia sú napájané z III. kategórie .

Prevádzka systému SRK je dôležitá aj pri odstávke reaktorového bloku, kedy môže nastať vypnutie niektorých rozvodných zariadení s cieľom údržby. Pre takéto prípady bolo pre dôležité a významné monitory, koncentrátoary ako aj pre PLC zabezpečené servisné tzv. odstávkové napájanie, z rozvádzača III/II. kategórie, ktorý je napájaný z oboch blokov ( 3. a 4. blok).

U vybraných meracích systémov SRK sú inštalované zdroje neprerušovaného napájania „UPS“, s cieľom zabezpečiť:

- neprerušovanú prevádzku, ak merací systém vyžaduje nábeh so získaním inicializačného súboru nameraných hodnôt,
- neprerušovanú prevádzku, ak merací systém vyžaduje určitú nábehovú dobu a prevádzkovaný je v režime stand-by,
- filtráciu porúch zo siete elektrického napájania.

Elektrické napájanie stabilných autonómnych prístrojov a prenosných prístrojov pre operatívnu kontrolu je zabezpečené zo zásuvkových rozvodov svetelnej siete (stavebná časť).

#### **11.3.4.2 Technické hodnotenie systému radiačnej kontroly**

##### **11.3.4.2.1 Všeobecné požiadavky na parametre merania a rozsahy**

Rozsahy merania jednotlivých kontrol v SRK sú uvedené v popise spôsobov monitorovania - v kap. 11.04 tejto PpBS [I.9]. Rozsahy merania zodpovedajú požiadavkám ktoré boli navrhované v [I.1] na základe odhadov monitorovaných radiačných veličín v priebehu normálnej prevádzky a odstávky.

**Poznámka:** rozsah merania havarijných monitorov bol volený, resp. porovnávaný aj s ohľadom na odporúčania, uvedené v [II.20], príp. aj v KTA 1503.1, KTA1503.2, NUREG0737 (havarijný monitor vo ventilačnom komíne).

Dolná hranica meracích rozsahov spĺňa požiadavku kontroly radiačných parametrov na úrovni pozadia (s výnimkou havarijných monitorov), resp. aktivít reálnych výpustí z JE.

V prípade, že radiačná kontrola je realizovaná vo verzii monitorovania normálnej prevádzky aj kontroly havarijných stavov, rozsahy týchto dvoch meracích systémov sa navzájom prekrývajú minimálne v 1 dekadickom ráde. Horná hranica rozsahu merania v normálnych podmienkach sa prekrýva s dolnou hranicou havarijného monitora.

##### **11.3.4.2.2 Čas odozvy monitorovacích systémov**

Odozva konkrétneho monitorovacieho systému je daná použitou metodikou merania a spracovania nameraných hodnôt. ISRK je charakterizovaný periódou obnovovania informácií - cca. 60 s a cca. 7 s pre havarijnú monitorovacie systémy. Údaje spektrometrických meraní, u ktorých je rozhodujúca doba merania (akumulácia spektra), sú prenášané s periódou 10 min. alebo 8 hodín. U špeciálnych typov monitorov a typov monitorovaných parametrov je doba odozvy nastavovaná individuálne.

### 11.3.4.2.3 Monitorovacie zariadenia a umiestnenie odberových miest

Použité zariadenia a prístroje pre diaľkové a kontinuálne alebo periodické meranie sú rozmiestnené v jednotlivých priestoroch HVB, v prevádzkovej budove, v budove pomocných prevádzok, strojovni, ventilačnom komíne a v areáli JE.

Monitory príkonu dávky - pre monitorovanie je podstatná lokalizácia detekčnej jednotky. Umiestňovaná je v priestoroch s väčšou frekvenciou výskytu osôb, alebo kde sa predpokladajú zmeny RaS.

Lokálne signalizátory<sup>10</sup> poruchy a prevýšenia signalizačných hladín - stabilné miesta inštalácie sú v obsluhovaných a poloobsluhovaných priestoroch, v blízkosti blokov elektroniky meracích kanálov. Kritériom výberu miesta inštalácie je frekvencia výskytu pracovníkov v KP.

Bloky meracej elektroniky (LPU, resp. LPDU + prepojovacia skriňa) - tvoria jeden kompaktný celok, montovaný na ocelovom základovom ráme. Vzhľadom na environmentálne charakteristiky, sú bloky umiestňované v priestoroch do teploty 40°C. Vzdialenosť detekčných zariadení a blokov elektroniky zodpovedá odporúčaniam výrobu - závislá je na type detektora a aplikácii.

Koncentrátory - sú umiestnené v priestoroch tak, aby bol zabezpečený optimálny zber dát a zdruzenie priestorovo blízkych monitorov. Kritériom je voľba miesta inštalácie s miernymi environmentálnymi podmienkami (do teploty 40°C) - základné prostredie.

Detekčné jednotky a nevyhnutná výbava ostatných monitorovacích systémov<sup>11</sup> - výber miesta inštalácie zodpovedá aplikácii, t.j. umiestnenie detekčnej, resp. odberovej aparatúry je určované kontrolovanou technológiou. Detekčné jednotky pre meranie PD gama žiarenia od technologických zariadení alebo od potrubí sú umiestnené v mieste merania. Ostatné komponenty meracích kanálov sú inštalované v závislosti na priestorových pomeroch.

U merania aerosólov a jódov v ovzduší pracovných priestorov sú monitory, prípadne signalizačné zariadenia, inštalované s ohľadom na obslužnosť zariadení a minimalizáciu radiačnej záťaže obsluhy v súlade princípmi ALARA.

Detekčné bloky pre meranie objemovej aktivity RVP v ovzduší miestností a vo ventilačných systémoch sú v HVB.

Prostriedky pre kontrolu aktivity plyných výpustí cez ventilačný komín sú umiestnené priamo v telese ventilačného komína JE.

Umiestnenie odberových miest pre RK prostredia je v blízkosti nasávacích otvorov (mriežok) cirkulačného VZT systému. Odberové miesta z odsávacích VZT systémov s filtračnými stanicami sú lokalizované v optimalizovaných polohách na odvodnom potrubí z filtračnej stanice pre on line monitorovanie a v prívodných alebo odvodných potrubíach do/z filtračnej stanice pre manuálny odber vzoriek.

Umiestnenie filtrov v odberových líniah RK prostredia je na chodbách priliehajúcich k miestnostiam odberu, vo výške cca 150 cm nad podlahou (kvôli obsluhu).

<sup>10</sup> Prekročenie nastavených prahov je na mieste signalizované automatickou akustickou a optickou signalizáciou radiačného nebezpečenstva v troch úrovniach: normálny prevádzkový stav (zelená); výstraha „oranžová“; havarijný prah (červená)

<sup>11</sup> Nevyhnutná výbava: stojany/ držiaky detekčných jednotiek, chladiče, rotametre, potrubia, regulátory, armatúry

Prenosné prístroje slúžiace pre operatívnu kontrolu sú uložené v DRK v EMO12, alebo v DRK MO34.

Údaje z diaľkových meraní sú sústredené v dozorniach RK. Prevýšenie nastavených úrovní pre merané veličiny rádioaktívneho žiarenia sú v odôvodnených prípadoch signalizované v mieste merania (alebo na vytypovaných miestach) a v dozorniach RK.

#### **11.3.4.2.4 Kontrola stavu zariadení systému v priebehu prevádzky**

Systém radiačného monitorovania je určený na trvalú prevádzku, vo všetkých režimoch prevádzky JE a tiež po ukončení normálnej prevádzky. Táto požiadavka a rozsiahlosť SRK vyžaduje permanentnú kontrolu funkčnosti jednotlivých meracích kanálov. Prípustné výpadky v prevádzke jednotlivých podsystémov SRK rieši systém limitov a podmienok.

V SRK sú zabudované prvky diagnostiky, resp. autodiagnostiky na všetkých troch úrovniach systému monitorovania (dolná, stredná a horná úroveň SRK).

Okrem permanentnej autodiagnostiky meracie kanály (zvlášť ich detekčné časti) podliehajú periodickej metrologickej kontrole, alebo periodickej previerke stability. Períodu týchto previerok určuje príslušná prevádzková dokumentácia (prevádzkový predpis), v závislosti na dôležitosti jednotlivých radiačných kontrol. Meracie systémy SRK, ktoré monitorujú rozhranie JE a ŽP, sú deklarované ako tzv. určené meradlá. V zmysle metrologického predpisu [II.15] má prevádzkovateľ povinnosť zabezpečovať ich periodické overovanie.

#### **11.3.4.3 Bezpečnostné hodnotenie systému radiačnej kontroly**

##### **11.3.4.3.1 Legislatívne požiadavky plnené v projekte SRK**

Projekt systému radiačnej kontroly zohľadňuje a spĺňa požiadavky legislatívy Slovenskej republiky.

SRK zohľadňuje požiadavky pre bezpečnostné a riadiace systémy uvedené v [II.3]. Podľa nich majú byť meracie, indikačné, signalizačné a zapisovacie prístroje projektované tak, aby v prípade udalostí poskytovali:

- údaje o okamžitom stave a aktuálnej RaS,
- základné informácie o priebehu udalostí a ich záznam a archiváciu,
- údaje charakterizujúce šírenie RAL a ionizujúceho žiarenia do pracovného a prírodného prostredia.

Okrem tohto projekt SRK zohľadňuje a spĺňa požiadavky z hľadiska radiačnej ochrany, ventilačných a filtračných systémov, uvedených v [II.3]:

- zahrňovať technické bezpečnostné opatrenia a postupy pre monitorovanie a minimalizáciu akýchkoľvek rádiologických následkov,
- poskytovať systematické monitorovanie parametrov dôležitých z hľadiska hodnotenia radiačnej situácie, ožiarenia zamestnancov a obyvateľstva pri normálnej a abnormálnej prevádzke a tiež pri havarijných a pohavarijných situáciách.

Projekt zohľadňuje tiež požiadavky vyplývajúce z [II.7] a [II.4]. Projekt plní aj požiadavky na kvalitu uvedené v [II.5] a požiadavky na metrológiu uvedené v [II.15].



Okrem už spomenutých legislatívnych dokumentov sú v projekte inovovaného SRK zohľadňované aj národné a medzinárodné štandardy a tiež medzinárodné odporúčania (RG 1.97, EUR, atď.).

#### 11.3.4.3.2 Bezpečnostné hodnotenie

SRK nie je bezpečnostný systém, iba jeho časti sú zahrnuté medzi systémy so vzťahom k bezpečnosti (PAMS, SAMS): ide o monitory RaS vo vnútornom aj vonkajšom prostredí JE, v podmienkach normálnej prevádzky aj v havarijných a pohavarijných podmienkach a prenos dát do systémov, ktoré sa priamo týkajú bezpečnostných funkcií.

Monitorované parametre, metódy monitorovania a monitorovacie systémy, lokalizácia monitorovacích zariadení a vzorkovacích miest, časová odozva zberu a spracovania nameraných údajov a prepojenie s inými informačnými systémami umožňujú vytvárať permanentný obraz o radiačnej situácii na JE, na zariadeniach a v technologických médiách. Navyše spojenie monitorov SRK so systémami so vzťahom k bezpečnosti (PAMS, SAMS) umožňuje plnenie ich bezpečnostných funkcií.

Plnenie kritéria jednoduchšej poruchy a kritéria poruchy so spoločnou príčinou nie je všeobecne v ISRK požadované. Pre vybrané merania, určené pre spracovanie v systéme PAMS sú tieto kritéria požadované a aj plnené.

Monitorovaním rozdielnych radiačných veličín rozdielnym typom meracieho systému, resp. rozdielnymi metodikami monitorovania je na spodnej úrovni ISRK sledovaná tá istá radiačná charakteristika. Napr. monitorovanie tesnosti bariéry medzi I.O. a II.O. je uskutočňované monitorovaním: objemovej aktivity odluhov PG, objemovej aktivity  $^{16}\text{N}$  v pare hlavných parovodov a gama žiarenia z parovzdušnej zmesi odvetrania jamy vývev.

Navyše každý merací kanál SRK je napájaný zo zdrojov elektrického napájania tak aby boli obmedzené dopady výpadku zdrojov elektrického napájania na prevádzku SRK. Monitorovacie kanály sú napájané z koncentrátorov systému SRK. V projekte sú implementované nasledujúce opatrenia na potlačenie straty elektrického napájania:

- kategória núdzového napájania je volená na základe dôležitosti jednotlivých spotrebičov, uvedená v kap. 11.3.4.1.3.6,
- koncentrátory sú rozdelené do skupín, ktoré sú pripojené k rôznym rozvádzačom elektrického napájania,
- záložnými (odstávkovými) rozvádzačmi,
- „krížové“ alternatívne napájanie z rozvádzačov 3. alebo 4. bloku - týka sa to hlavne napájania odstávkových rozvádzačov,
- „krížové“ napájanie redundantných monitorovacích systémov, napr. - monitorovanie plyných výpustí vo ventilačnom komíne - jedna skupina monitorovacích systémov (aerosóly, jód RVP) je napájaná z rozvádzača z 3. bloku, druhá z rozvádzača 4. bloku.

Na hornej úrovni ISRK sú systémy zberu dát navrhnuté s redundanciou 2x100 %. Okrem toho horná úroveň ISRK má elektrické napájanie zo zabezpečeného zdroja 1. kategórie. Krátkodobé poruchy napájania počas prepínania sú ošetrené pomocou zálohového elektrického napájania z UPS.

Aby sa zabránilo strate funkcie monitorovania pomerne veľkej časti monitorovacích kanálov v dôsledku výpadku dúchadla v systéme odberu vzoriek, sú odberové systémy v projekte riešené nasledovne:

- jedno pracovné dúchadlo v COS má 200 % zálohu,
- jedno pracovné dúchadlo vo ventilačnom komíne má 100 % zálohu.

Okrem toho pre napájanie dúchadiel systému COS sú uvažované nasledujúce opatrenia:

- privedením zaisteného napájania II. kategórie do riadiacich skríň dúchadiel v COS
- každé dúchadlo systému COS má elektrické napájanie z iného systému EEPS (systém havarijného elektrického napájania).

Čo sa týka dúchadiel odberového systému vo ventilačnom komíne, frekvenčné meniče (a tým aj dúchadlá) sú napájané zo zdroja zaisteného napájania II. kategórie.

Plnenie kritéria jednoduchej poruchy je požadované pre rýchločinné armatúry, inštalované na odberových trasách vedených z hermetickej zóny. RČA plnia základnú bezpečnostnú funkciu - obmedzenie výpustí. Plnenie kritéria jednoduchej poruchy je zabezpečené zálohovaním týchto ventilov: na každej odberovej linke sú dve RČA, jedna je inštalovaná vo vnútri HZ, druhá je mimo HZ.

#### **11.3.4.4 Skúsenosti z prevádzky systému radiačnej kontroly na EMO12**

Podľa Vyhlášky ÚJD SR č.430/2011 Z.z. [II.3] sa vyžaduje zohľadnenie prevádzkových skúseností z obdobných jadrových zariadení. Pre JE MO34 je referenčným jadrovým zariadením reaktorový dvojblok EMO12. Skúsenosti z prevádzky EMO12 a odporúčania pre projekt SRK MO34 boli zhrnuté v [I.1] a boli premietnuté do revízie a dopracovania ÚP pre MO34 [I.1]. Týkajú sa hlavne oblastí:

- rozsahu radiačných kontrol,
- metodík monitorovania,
- prístrojovej základne.

##### **11.3.4.4.1 Zmeny v rozsahu radiačných kontrol**

Z pôvodného SRK (CSRK Sejval na EMO12) boli zachované prakticky všetky radiačné kontroly, s výnimkou tých u ktorých bola nesprávna, alebo problematická interpretácia nameraných údajov (napr. monitorovanie oneskorených neutrónov, aktivity <sup>132</sup>I v I.O.). Nahradené boli monitorovacími systémami, ktoré poskytujú väčšie množstvo informácií. Na základe nových bezpečnostných požiadaviek boli na EMO12 doplnené hlavne havarijné monitorovacie systémy. Tieto zmeny boli realizované v rámci zvyšovania bezpečnosti EMO12, t.j. v riešení tzv. bezpečnostných opatrení (BO), z ktorých niektoré sú určené pre celoelektrárenské subsystémy radiačnej bezpečnosti JE Mochovce. V rámci revízie a dopracovania ÚP MO34 boli riešenia BO implementované do systému RK MO34 (ako „organická“ súčasť SRK). Týka sa to hlavne:

- „on-line“ gama spektrometrie chladiva I.O. - s cieľom monitorovania tesnosti pokrytia paliva,
- osobnej dozimetrie - v rámci projektu SRK MO34 je doplnený systém EPDS v takom rozsahu, aby mohol slúžiť i pre operatívnu dozimetriu personálu dvojbloku MO34,
- RK na výstupe z KP pre potreby MO34 - doplnenie monitorov celotelovej kontaminácie a kontaminácie drobných predmetov rádionuklidmi z kontrolovaného pásma v hygienickej slučke - na výstupe z KP,

**Poznámka:** vstup do kontrolovaného pásma je spoločný pre všetky 4 bloky JE Mochovce.

- monitorovania aktivity  $^{16}\text{N}$  v ostrej pare - v hlavných parovodoch všetkých PG, sleduje sa tesnosť tlakového rozhrania v PG,
- havarijného monitorovania aktivity ostrej pary - v hlavných parovodoch všetkých PG, pred PSA a PVPG,
- havarijného monitorovania objemovej aktivity technickej vody dôležitej za chladičmi HSCHZ,
- subsystému prevádzkového a havarijného monitorovania výpustí z ventilačného komína,
- monitorovania kvapalných výpustí - monitorovací systém v SKOV bol z realizovaný v rámci stavby EMO12. V rámci projektu SRK MO34 je zabezpečené:
  - vyvedenie informácií zo SKOV do DRK MO34,
  - vygenerovanie signálu pre uzatvorenie vypúšťaných kontrolných nádrží odpadných vôd v BaPP MO34 pre zamedzenie nadlimitných výpustí,
  - modernizácia laboratórií podieľajúcich sa na monitorovaní vzoriek z kontrolných nádrží (doplnenie laboratórií meracou technikou resp. jej rekonštrukciu - zväčšenie prístrojovej kapacity),
- prenosu a prezentácie informácií z TDS a meteorologických údajov (meraných na JE EMO12) do DRK MO34.
- počítačovej nadstavby monitorovacích systémov radiačnej kontroly - impulz z BO EMO12 vyústil do projektu informačného systému RK (ISRK),
- návrh aplikačného SW vybavenia ISRK sa v max. nožnej miere opiera o skúsenosti a požiadavky útvaru RO z prevádzky EMO12.
- havarijného merania PD v hermetickej zóne a reaktorovej sále.

Navyše oproti EMO12 boli v MO34 implementované nasledujúce opatrenia a merania:

- monitorovania RaS v blokovej a núdzovej dozorni - doplnenie monitorovania objemovej aktivity aerosólov a jódom priamo do BD a do ND,
- gamaspektrometrické meranie atmosféry v hermetickej zóne,
- havarijné merania plyných výpustí v spoločnom vzduchovode,
- začlenenie vybraných autonómnych meraní do systému ISRK,
- doplnenie rýchločinných armatúr na dve vzorkovacie potrubia COS a zmena spôsobu ich ovládania zo systému SKR.,
- doplnenie meraní prietoku v potrubí odvetrania jamy vývev.

#### 11.3.4.4.2 Metodika monitorovania

Zmena metodiky monitorovania v SRK MO34 vychádza hlavne z požiadaviek prevádzky - získať maximum operatívnych informácií o aktuálnej RaS. Na základe skúseností prevádzky EMO12 sa to týka hlavne inštalácie monitorovacích systémov na báze gama spektrometrie - scintilačnej a polovodičovej, priamo v prevádzke JE. Spravidla sa spektrometriou nahradili monitory s pevne nastaveným širokým energetickým oknom, navyše teplotne nestabilným.

K zmenám monitorovania, ku ktorým došlo na základe skúseností z prevádzky EMO12 možno zaradiť aj:

- zrušenie COS v BaPP a jeho nahradenie autonómnyimi dúchadlami, t.j. dúchadlami, ktoré sú súčasťou monitorovacieho systému na kontrolu aktivity vzduchu,

- zrušenie „meracích“, resp. čistiacich aerosólových filtrov v odberových trasách vzduchu - napr. odbery zo vzduchovodov VZT systémov. Nová konštrukcia odberových trás umožňuje vzorkovanie pomocou výkonných odberových zariadení, s odberom na filter resp. priame monitorovanie pomocou prenosných monitorovacích zariadení (napr. monitor RVP).

Základné parametre týchto nových monitorovacích zariadení a popis nimi použíwanej metodiky sú uvedené v kap. 11.4 tejto PpBS [I.9].

#### **11.3.4.4.3 Prístrojová základňa**

Skúsenosti z prevádzky mali vplyv aj na výber prístrojovej základne pre SRK MO34, vrátane prenosných a mobilných meracích prístrojov, resp. monitorovacích zariadení. V dobe spracovania revízie ÚP MO34 už boli prevádzkové skúsenosti s modernými monitorovacími systémami, inštalovanými na JE EMO12 ako riešenie niektorých BO. Okrem toho výber prístrojovej základne SRK bol determinovaný splnením:

- klasifikačných a kvalifikačných požiadaviek,
- legislatívnych požiadaviek na rozsahy monitorovaných veličín, napr. implementácia široko rozsahových monitorov,
- požiadaviek metrologickej legislatívy,
- požiadaviek na stabilitu a spoľahlivosť prevádzky, vrátane spoľahlivej interpretácie nameraných údajov,
- požiadaviek údržby a prevádzkovej metrológie,
- požiadavky na komplexnosť dodávky a certifikáciu zariadení,
- požiadaviek na integrovanie monitorovacích systémov do navrhutej architektúry SRK.

### 11.3.5 Systémy dekontaminácie

Systémom a zariadeniam na dekontamináciu zariadení a stavebných konštrukcií je venovaná kapitola 6.7.4.4 PpBS „Systém dekontaminácie“ [I.1]. Táto kapitola 11.3.5 je venovaná hlavne operáciám s kontaminovanými zariadeniami (resp. ich komponentmi) a s tým súvisiacimi aspektmi radiačnej ochrany:

- RO pracovníkov, ktorí sa podieľajú na údržbe technologických zariadení I.O.,
- RO pracovníkov, ktorí zabezpečujú vlastnú dekontamináciu.

#### 11.3.5.1 Popis systému dekontaminácie

##### 11.3.5.1.1 Účel systému dekontaminácie

Systémy dekontaminácie v JE zabezpečujú zníženie povrchovej kontaminácie vnútorných a vonkajších povrchov technologických zariadení a stavebných povrchov pri montážnych a demontážnych prácach v rámci údržby a nedeštruktívnych kontrolách zariadení I.O.

##### 11.3.5.1.2 Bezpečnostné funkcie

Základnou funkciou systémov dekontaminácie je optimalizácia RaS:

- v priestoroch s technológiou JE,
- pri údržbe a opravách na mieste inštalácie technologických zariadení,
- pri transporte zariadení, resp. ich častí do aktívnych dielní,
- pri činnosti v aktívnych dielňach,
- pri činnostiach vlastnej dekontaminácie.

Optimalizáciou RaS sa sleduje minimalizácia dávkového zaťaženia personálu JE podieľajúcich sa údržby technológie JE, čím systémy dekontaminácie plnia bezpečnostnú funkciu 3f<sup>12</sup> [I.1].

Technológia dekontaminácií je navrhnutá pre potreby bežnej údržby a revízií počas normálnej prevádzky. Zvýšený rozsah dekontaminačných prác je počas odstavenia bloku, pri výmene paliva (generálne opravy hlavných komponentov častí I.O. v aktívnych dielňach).

##### 11.3.5.1.3 Popis projektového riešenia systému dekontaminácií

Systém dekontaminácie ako celok nie je klasifikovaný ako bezpečnostný systém. Systém zberných nádrží použitých dekontaminačných roztokov je kvôli zabezpečeniu integrity bariér zaradený do BT III. Podrobnejší popis projektového riešenia systému dekontaminácií je uvedený v [I.1].

Tu uvedený rozsah popisu zohľadňuje základný cieľ - projektové aspekty pre zabezpečenie radiačnej ochrany. Z hľadiska systémového riešenia usporiadania systémov dekontaminácie pre 3. a 4. blok MO34 je koncepcia zvolená tak, že všetky zariadenia pre prípravu dekontaminačných roztokov, samotnú dekontamináciu, a nakoniec aj separáciu použitých DR sú umiestnené na 3.bloku HVB a v BPP. Je to hlavne

<sup>12</sup> Nevyhnutné zariadenia na udržanie podmienok prostredia vo vnútri jadrového zariadenia, potrebných na prevádzku bezpečnostných systémov a na prístup osôb k plneniu činností dôležitých pre jadrovú bezpečnosť [II.3].

z dôvodu riešenia požiadaviek na dekontamináciu na 3.bloku, ktorý sa spúšťa ako prvý, s tým že po uvedení 4.bloku do prevádzky budú zariadenia na dekontamináciu slúžiť aj pre 4.blok.

Systém je rozdelený na prevádzkové systémy, ktorými sú realizované:

- dekontaminácie demontovaných technologických zariadení a ich komponentov. Tento prevádzkový systém má niekoľko pracovísk, v ktorých sú inštalované dekontaminačné boxy, vane a nádrže s dekontaminačnými roztokmi pre dekontamináciu: lineárnych krokových pohonov, veľkých a drobných zariadení v dekontaminačných vaniach.
- tzv. „in situ“ dekontaminácie priestorov, stavebných konštrukcií a nedemontovaných technologických zariadení.

Systém okrem toho zahŕňa aj systémy pre rozvod DR a zber a separáciu použitých DR.

Systém rozvodu dekontaminačných roztokov do stabilných pracovísk, umožňuje aj dekontamináciu zariadení a stavebných konštrukcií ostrekom. Popis dekontaminačnej technológie, vrátane základných parametrov (napr. rozmerov) jej komponentov a používaných dekontaminačných metodík a popis väzieb na iné systémy JE sú uvedené v [I.1].

Na pracoviskách je RO realizovaná pomocou technických a organizačných prostriedkov. Samotné systémy dekontaminácie sú projektované s prvkami pre zabezpečenie radiačnej ochrany obslužného personálu a s väzbou na príslušné spolupracujúce systémy. Ide o:

- spôsob vyhotovenia jednotlivých uzlov dekontaminačných zariadení,
- systém zberu a separácie použitých dekontaminačných roztokov,
- umiestnenie dekontaminačných vaní v uzatvorených priestoroch KP,
- tienenie jednotlivých dekontaminačných zariadení,
- napojenie dekontaminačných zariadení na technologické VZT systémy.

Zostavu dekontaminačného systému nedeštruktívnych kontrol I.O. tvoria zariadenia na dekontamináciu:

- vnútornej kopuly horného bloku reaktora,
- ulity HCČ,
- ulity HUA,
- parogenerátora.

### **11.3.5.1.3.1 Technické prostriedky radiačnej ochrany v systéme dekontaminácie**

#### **11.3.5.1.3.1.1 Rozvod dekontaminačných roztokov**

Tento podsystem je určený na prípravu dekontaminačných roztokov, ich transport k spotrebičom týchto roztokov a následne aj zberu použitých dekontaminačných roztokov.

Požadované roztoky sú dopravované do trvale inštalovaných dekontaminačných uzlov (podľa konkrétnej metodiky dekontaminácie). Z hľadiska RO systém rozvodu DR časovo minimalizuje kontakt obslužného personálu so zdrojmi ionizujúceho žiarenia.

V rámci tohto prevádzkového súboru je uskutočňovaný tiež rozvod pre tzv. „in situ“ dekontamináciu miestností, resp. stavebných konštrukcií a povrchov technologických zariadení. Ide o dekontamináciu:

- technologických komponentov I.O. pred revíziou a opravou priamo na mieste, alebo pred transportom do aktívnych dielní,

- technológie pred demontážou a transportom do dekontaminačných uzlov,
- pri likvidácii následkov únikov RAL - dekontaminácia zariadení a stavebných konštrukcií,
- pred vyradením zariadení a ich transportom na úložisko.

Pre „in situ“ dekontamináciu komponentov I.O. je prívod DR vedený do špeciálneho vysokotlakového (mobilného) zariadenia, ktoré nie sú súčasťou tohto prevádzkového súboru.

#### **11.3.5.1.3.1.2 Systém zberu použitých dekontaminačných roztokov**

Použitie dekontaminačné roztoky predstavujú kvapalnú RAO. Preto ich zber tvorí uzatvorený systém zberných potrubí a nádrží. Zberné potrubia sú trasované od jednotlivých spotrebičov DR: dekontaminačné boxy a vane a dekontaminačné zariadenia v hermetickej zóne.

Použitie DR z „in situ“ dekontaminácie v HZ sú odvádzané zberným potrubím cez hermetickú priechodku.

Zberné potrubia systému zberu použitých DR tvoria bariéru proti šíreniu RAL v priestoroch HVB a BaPP.

Zberné potrubia (zo všetkých dekontaminačných uzlov) sú zaústené do dvoch zberných nádrží použitých DR, inštalovaných v BaPP. Dve nádrže slúžia na zvýšenie kapacity uzla separácie použitých DR - pracujú v režime: jedna nádrž sa naplňuje, obsah druhej sa upravuje pred ďalším spracovaním.

#### **11.3.5.1.3.1.3 Systém separácie a spracovania použitých dekontaminačných roztokov**

Technologický uzol separácie použitých DR nadväzuje na systém zberu roztokov..

Spracovanie použitých DR spočíva v úprave ich chemických parametrov, v separácii čírej kvapalnej fázy a kalu a v ďalšom spracovaní čírej kvapaliny a kalu. Obe odseparované fázy sú spracované procesom cementácie - číra kvapalná fáza z použitých DR je spracovávaná ako zálievka.

Spracovaním a separáciou zložiek použitých DR sa zabezpečuje optimalizácia produkcie RAO a tým optimalizácia RaS, resp. radiačnej ochrany.

#### **11.3.5.1.3.1.4 Umiestnenie dekontaminačných vaní a boxov**

Všetky dekontaminačné vane a nádoby s RAL resp. zariadenia s dekontaminačnými médiami, potenciálne kontaminovanými RAL, sú umiestnené v priestoroch kontrolovaného pásma - v uzavretých miestnostiach. Rovnako aj ostatné komponenty systému dekontaminácií - zberné potrubia a čerpadlá. Významné zdroje ionizujúceho žiarenia sú navyše navrhnuté s tieniacimi prvkami - napr. nádrže na DR a elektrolyt, výpočet RaS v priestore týchto nádrží a tieniacej steny je uvedený v [I.14].

S umiestnením dekontaminačných uzlov súvisí spôsob riadenia procesu dekontaminácie. Obsluha jednotlivých dekontaminačných zariadení je uskutočňovaná automaticky a manuálne. V oboch prípadoch riadenia ide o zabezpečenie normálneho procesu dekontaminácie a tým aj radiačnej ochrany obsluhujúceho personálu.

Automatické riadenie využíva tzv. blokačné signály a blokačné podmienky v systéme SKR. Blokačné signály sú odvodené na základe signálov z merania hladín, teplôt a prietokov DR v dekontaminačných vaniach

a boxoch. Riadenie dekontaminačných procesov je diaľkové. Do MD, MS a na miestne panely sú vyvedené príslušné riadiace signály a výstupy meracích kanálov.

Riadenie procesov dekontaminácie je podporované diskontinuálnou kontrolou chemických a radiačných parametrov dekontaminačných roztokov.

#### **11.3.5.1.3.1.5 Manipulácia s dekontaminovanými zariadeniami, komponentmi**

Na vodorovný presun materiálu slúžia rôzne typy vozíkov, na vertikálny transport sú určené dva nákladné výťahy (nie sú súčasťou systémov dekontaminácií). Na manipuláciu dekontaminovaných dielov, resp. zariadení sú využívané zdvíhacie zariadenia, inštalované v príslušných priestoroch HVB, napr. v RS, v aktívnych dielňach, príp. zdvíhacie prostriedky iných PS. Zdvíhacími zariadeniami sa kontaminované materiály a zariadenia vkladajú priamo do dekontaminačných vaní a boxov. Takýto spôsob manipulácie (vrátane transportu) minimalizuje dávkovú záťaž personálu - využíva sa jej riadenie pomocou voľby optimálnej vzdialenosti a času.

#### **11.3.5.1.3.1.6 Meranie a vzorkovanie**

Pred samotným vložením kontaminovaného zariadenia do dekontaminačných vaní, resp. boxov sa uskutočňuje radiačná kontrola - na tzv. preberacom mieste. Cieľom je získať informáciu o aktuálnej radiačnej situácii a zároveň získať podklady pre hodnotenie účinnosti dekontaminácie.

V priebehu dekontaminačného procesu sú odoberané a analyzované vzorky DR. Na dekontaminačnej technológii sú inštalované odberové miesta. U odoberaných vzoriek sú stanovované chemické a fyzikálne parametre, vrátane objemovej aktivity DR ( $\Sigma A_{\beta}$ ). Namerané hodnoty slúžia k posudzovaniu dekontaminačného procesu, účinnosti dekontaminácie a stavu DR pre prípadné ďalšie použitie.

**Poznámka:** Radiačná kontrola pracovného prostredia, vrátane kontroly kontaminácie osôb a povrchov, dopravných prostriedkov, osobná dozimetria pre pracovisko RAO je zabezpečená v rámci systému radiačnej kontroly - kontrola radiačnej situácie v pracovných priestoroch.

Práce v rámci nedeštruktívnych kontrol zariadení I.O. sa musia riadiť pokynmi pracovníkov RO, alebo pod ich dozorom. Zariadenia, ktoré sa ťažko dekontaminujú kvôli ich konštrukčnej zložitosti, sa nechávajú vymrieť na úložisku.



### 11.3.5.1.3.2 Organizačné prostriedky radiačnej ochrany v systéme dekontaminácie

Projektové charakteristiky systému dekontaminácií so vzťahom k RO sú v prevádzke JE dopĺňané organizačnými prostriedky RO. Jedná sa štandardné prostriedky:

- označenie priestorov s výskytom ionizujúceho žiarenia,
- monitorovanie RaS,
- práca na „R“ príkaz,
- vybavenie osobnými ochrannými prostriedkami.

### 11.3.5.2 Bezpečnostné hodnotenie systému dekontaminácií

Podrobné technické hodnotenie systému dekontaminácií je uvedené v [I.1]. V tejto kapitole PpBS (kap. 11.3) je hodnotenie iba aspektov radiačnej ochrany systému dekontaminácie. Ostatné bezpečnostné aspekty sú posudzované v kapitole 6.7.4.4 tejto PpBS [I.1], v podkapitole „Bezpečnostné hodnotenie systému“. V nej je uvedený aj bezpečnostný rozbor, v ktorom sa popisujú analýzy možných radiačných rizík, spojených s únikom RAL mimo bariéry - zariadenia a okruhy systému dekontaminácií.

Použitie dekontaminačné roztoky, dekontaminované materiály, zariadenia a ich komponenty majú charakter otvorených žiaričov. Preto zariadenia dekontaminačnej technológie tvoria bariéru proti šíreniu RAL do priestorov JE a okolia JE. Vo vykonávacom projekte systému dekontaminácií sú aspektom RO venované nasledujúce technické riešenia:

- dekontaminačné uzly sú lokalizované v uzavretých priestoroch kontrolovaného pásma - uzavreté priestory tvoria súčasť bariér proti šíreniu RAL,
- ventilácia priestorov s dekontaminačnou technológiou - odsávacie VZT systémy vzduchotesnej zóny, HZ (priestory s aplikáciou „in situ“ dekontaminácie) a BaPP:
- nádrže s DR sú odtienené prídavnou betónovou stenou [I.14] - cieľom je dosiahnutie PD externého gama žiarenia, povoleného pre obsluhované priestory KP (14  $\mu\text{Sv/h}$ ),
- samotné dekontaminačné vane a boxy tvoria uzavreté technologické nádoby s fixným prívodom a odvodom technologických médií,
- transportné operácie využívajúce žeriavy a zdvíhacie zariadenia, inštalované v priestoroch dekontaminačných technológií - priamy kontakt personálu s dekontaminovanými zariadeniami je minimálny,
- rozvod a hlavne zber použitých dekontaminačných roztokov je uskutočňovaný potrubnými trasami - bez priameho kontaktu personálu,

**Poznámka:** to isté platí aj pre spracovanie použitých DR a ich následné využitie pri spracovaní kvapalných RAO.

- napojenie dekontaminačných zariadení na vzduchotechnické systémy, ktorými sa eliminuje únik aerosólovej formy RAL,
- zariadenia pre „in situ“ dekontaminácie - cieľom je odstránenie, resp. zníženie kontaminácie stavebných a technologických konštrukcií pred demontážami a údržbou alebo pred transportom na finálnu dekontamináciu. Týmto je zabezpečené znižovanie dávkovej záťaže personálu.
- systém kontroly a riadenia procesu dekontaminácií - riešenia, ktoré zabezpečujú znižovanie dávkovej záťaže personálu:

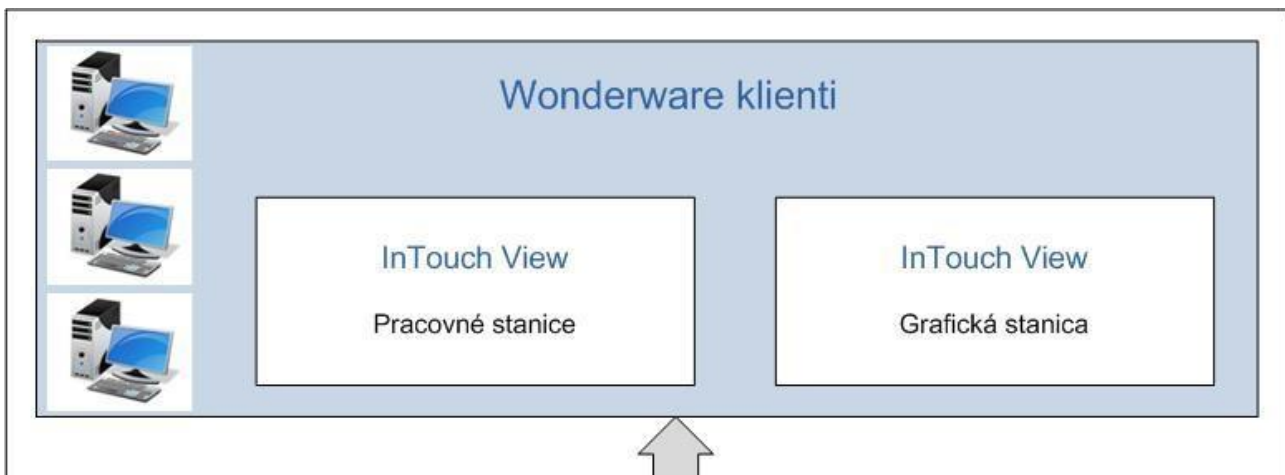
- ovládacie prvky, signalizácia, meracie prístroje sú umiestnené na miestnych paneloch, inštalovaných v priestoroch s optimálnou RaS,
  - diaľkové meranie a riadenie procesov, alebo ich vybraných sekvencií z dozorní MS, resp. MD (s optimálnou RaS),
- systém kontroly a riadenia procesu dekontaminácií - realizácia blokačných podmienok, ktorými sa vytvárajú podmienky pre udržanie kontaminovaných, resp. potenciálne kontaminovaných materiálov vo vnútri dekontaminačnej technológie. Blokačné podmienky sú odvádzané od signálov z merania hladín, teplôt, prietokov dekontaminačných médií.
  - vzorkovanie dekontaminačných roztokov - dekontaminačné zariadenia majú navrhnuté odberové miesta na odber vzoriek DR a následné analýzy a merania, vrátane stanovenia kontaminácie dekontaminačných roztokov RAL.

Proces dekontaminácie zariadení a ich komponentov, vrátane ich transportov v rámci HVB, podlieha radiačnému monitorovaniu - ako každá iná činnosť v KP.

Projektové riešenie komponentov systému dekontaminácií (vane, boxy, nádrže, potrubia a armatúry) zabezpečuje ich integritu aj v prípade vzniku havarijnej alebo seizmickej udalosti [I.1]. Tomu zodpovedá ich stabilná inštalácia.

### 11.3.6 Obrázková príloha

Obrázok 11.3-1 Princiálna schéma štruktúry programového vybavenia ISRK



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

- [I.1] Kapitola 06.10 Nakladanie s jadrovým palivom a jeho skladovanie, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361096, VUJE, a.s., Trnava
- [I.2] Kapitola. 06.07.04.03 Systémy spracovania plynných výpustí, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361092, VUJE Trnava
- [I.3] Kapitola 06.04.04 Systémy na odvod odstraňovanie a riadenie koncentrácie rádioaktívnych látok, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361043, VUJE Trnava
- [I.4] Kapitola 05.03 Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361021, VUJE, a.s.
- [I.5] Kapitola 06.07.03 Vzduchotechnické systémy, PpBS MO34, Technická správa PNM34361088, VUJE Trnava
- [I.6] Kapitola 14 Opis nakladania s rádioaktívnymi odpadmi, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361771, VUJE Trnava
- [I.7] Šach, J. „WP 4.1 - Revize a dopracování ÚP pro MO34, C. Technologická část, PS 3.12 - Radiační kontrola“. Technická správa z 21.01.2008, dokument DOSMO č. S041312001T, arch. č. EGP 5011-F-070707
- [I.8] Morávek, J., Ševečka, Š., Kapišovský, V., Rehák, R., Šach, J.: „Konceptia riešenia Systému radiačných kontrol“. Správa DOSMO ev.č. DMO/022/3001/T/F0/S, 2007
- [I.9] Kapitola 11.04 Monitorovanie radiačných charakteristík, PNM34373967, PpBS MO34, Technická správa, VUJE, a.s.
- [I.10] Vyhodnotenie testov energetického spúšťania 1. bloku JE Mochovce, Záverečné vyhodnotenie testov ES, časť 4, kapitola 7.7 (Sledovanie radiačnej situácie počas ES, program E3), Technická správa, VUJE, a.s., ev.č. 351/98, november 1998.
- [I.11] Vyhodnotenie testov energetického spúšťania 2. bloku JE Mochovce, Záverečné vyhodnotenie testov ES, časť 4, kapitola 7.7 (Sledovanie radiačnej situácie počas FS A ES, program 2F13, 2E3).
- [I.12] Úvodný projekt technologickej časti PS 12 „Radiačná kontrola“ 3.stavby JE Mochovce. Energoprojekt Praha, február 1986
- [I.13] Kapitola 06.06.04.04 Systém dekontaminácie, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361093, VUJE, a.s., 07/2013
- [I.14] Výpočet PDE pre nádrže dekontaminačných elektrolytov v MO34, Technická správa, Ev.č. V01-10971/2011, VUJE, a.s., 04/2011
- [I.15] Kapitola 06.05.04.02 Monitorovací systém pre ťažké havárie SAMS, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361058, VUJE, a.s., Trnava
- [I.16] Kapitola 06.02.03 Tlaková nádoba reaktora, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361036, VUJE, a.s., Trnava

- [I.17] Kapitola 06.03 Ochranná obálka jadrového zariadenia, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361038, VUJE, a.s., Trnava
- [I.18] Kapitola 07.02.00 Súhrn vstupných dát pre deterministické analýzy bezpečnosti, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361102, VUJE, a.s.
- [I.19] Kapitola 11.01 Aplikácia princípu ALARA, PpBS MO34, Technická správa, PNM34373964
- [I.20] Kapitola 06.04.03, Systémy na zabezpečenie obývateľnosti dozorní a radiacích stredísk, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361042, VUJE a.s.
- [I.21] Kapitola 06.06 Elektrické napájanie, PpBS MO34, Technická správa, PNM34361073, VUJE a.s.

## **II Všeobecne dosiahnuteľné dokumenty (normy, zákony, vyhlášky, ..)**

- [II.1] Zákon NR SR č.541/2004 Z.z o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon), o zmenách a dodatkoch niektorých zákonov.
- [II.2] Vyhláška ÚJD SR č. 31/2012 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška ÚJD č. 58/2006 Z.Z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [II.3] Vyhláška ÚJD SR č.430/2011 Z.z. Úradu jadrového dozoru SR o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.4] Zákon NR SR č.87/2018 Z.z.o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [II.5] Vyhláška ÚJD SR č.431/2011 Z.z. o systéme manažérstva kvality
- [II.6] Bezpečnostný návod ÚJD SR, I.1.2/2008, Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, Bratislava, ISBN 978-80-88806-73-8
- [II.7] Vyhláška MZd. SR č. 99/2018 Z.z. o zabezpečení radiačnej ochrany
- [II.8] Sanitarnyje pravila raboty s radioaktivnimi vëščestvami i istočnikami ionizirujuščich izlučenij i normy radiacionnoj bezopasnosti. Izd. IBF Minzdrava SSSR, 1972
- [II.9] Sanitarnyje pravila projektirovanija atomnych elektrostancij. 38.220.55-84, Moskva 1984
- [II.10] Vzduchotechnické systémy jaderných elektráren, normativně technická dokumentace, Asociace strojních inženýrů - komise VZT systémy JE, Praha, říjen 2000
- [II.11] DIN 25 414, Vzduchotechnické zariadenia v jadrových elektrárnách, 1991
- [II.12] Zákon NR SR č.350/2011 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [II.13] Zákon NR SR č.124/2006 Z.z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci
- [II.14] Vyhláška MPSVaR č.718/2002 Z.z. na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti technických zariadení
- [II.15] Zákon NR SR č.157/2018 Z.z o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov

- [II.16] STN IEC 61 504, Jadrové elektrárne – Prístroje a riadiace systémy dôležité pre bezpečnosť – Radiačná kontrola elektrárne" 2006
- [II.17] Instrumentation for light-water-cooled nuclear power plants to assess plant and environs conditions during and following an accident, US NRC Regulatory Guide 1.97, Rev.3, 1983
- [II.18] Sampling airborne radioactive materials from the stacks and ducts of nuclear facilities, ISO 2889:2010
- [II.19] IEC 1226, Nuclear power plants, Instrumentation and control systems important to safety, Classification, 1993
- [II.20] Regulatory Guide 1.97 Rev.04, Criteria for accident monitoring instrumentation for nuclear power plants, U.S. Nuclear Regulatory Commission, June 2006
- [II.21] Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, NS-G-1.3, IAEA Safety Standards Series, 2002
- [II.22] Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Safety Guide No. NS-G-1.13
- [II.23] IAEA Safety Guide GS-G-4.1 "Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants"
- [II.24] Vyhláška ministerstva zdravotníctva SR č. 96/2018 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o činnosti radiačnej monitorovacej siete
- [II.25] Bezpečnostný návod ÚJD SR, I.1.2/2014, Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, Bratislava, ISBN 978-80-88806-99-8

### III Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a.s. (a nie sú v I. a II. skupine)

- [III.1] J.Hep, A.Konečná, E.Kráľovcová, V.Smutný, V.Valenta: PBZ pro I.blok EDU, Podkap. 4.3.3. Stínění reaktoru a systémů. Zpráva Škoda JS Plzeň, Ae 8359/Dok, 1994
- [III.2] M. Příbojová, O. Slávik: Výpočty příkonu dávky pre bazén skladovania vyhoretého paliva na EMO12, Technická správa, TS-2/0730/2010/V03-1876/2010, VUJE, a.s.

### ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 11.3-1 Monitorovacie zariadenia ISRK.....	29
Tabuľka 11.3-2 Prehľad počtu odberových trás v HVB pripojených na COS .....	33
Tabuľka 11.3-3 Prehľad počtu odberových trás v BaPP pripojených na COS.....	33
Tabuľka 11.3-4 Autonómne a prenosné zariadenia radiačnej kontroly .....	36

### ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 11.3-1 Principiálna schéma štruktúry programového vybavenia ISRK.....	50
---	----