

## Technická správa

# Predprevádzková bezpečnostná správa

## Kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plyných výpustí

**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: 09		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	Plant Unit / Blok elektrárne	
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361092		A4	6.01	RS	Z	8		
 * P N M 3 4 3 6 1 0 9 2 0 9 *			Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent		
			1	47					

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952			VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436109209_S_C00_V			Issued on / Vydané dňa: 30.09.2019			
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	• 30.09.2019	
Co-author / Spolupracoval:			• VUJE, a.s.	• 0730	• 30.09.2019	
			•	•	•	•
			•	•	•	•
			•	•	•	•
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 30.09.2019	
			•	•	•	•
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 30.09.2019	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 30.09.2019	

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

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



# List of document part

## Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Predprevádzková bezpečnostná správa • Kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plyných výpustí	• PNM3436109209_S_C00_V	• 09
2.	• Predprevádzková bezpečnostná správa • Kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plyných výpustí	• PNM3436109209_S_C01_V	• 09
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

**OBSAH**

OBSAH.....	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	5
ÚVOD.....	7
6.7.4.3 Systémy spracovania plynných výpustí.....	7
6.7.4.3.1 Čistiaca stanica technologických odvzdušnení.....	8
6.7.4.3.1.1 Opis systému.....	8
6.7.4.3.1.1.1 Účel a funkcia systému.....	8
6.7.4.3.1.1.2 Funkčnosť systému a prevádzkové režimy.....	8
6.7.4.3.1.1.3 Systém kontroly a riadenia.....	13
6.7.4.3.1.1.4 Vázby systému s inými technologickými systémami.....	14
6.7.4.3.1.1.5 Elektrické napájanie.....	14
6.7.4.3.1.1.6 Konštrukcia a zloženie systému.....	14
6.7.4.3.1.2 Technické hodnotenie projektu systému.....	18
6.7.4.3.1.2.1 Konceptcia projektového riešenia.....	18
6.7.4.3.1.2.2 Požiadavky na vybrané zariadenia.....	19
6.7.4.3.1.2.3 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	19
6.7.4.3.1.2.4 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií.....	19
6.7.4.3.1.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.....	20
6.7.4.3.1.3 Spoľahlivosť systému.....	21
6.7.4.3.1.3.1 Projektové prostriedky pre zabezpečenie spoľahlivosti.....	21
6.7.4.3.1.3.2 Technické prostriedky pre zabezpečenie spoľahlivosti.....	21
6.7.4.3.1.3.3 Organizačné prostriedky prevádzky.....	23
6.7.4.3.1.4 Bezpečnostné hodnotenie systému.....	23
6.7.4.3.1.4.1 Kritéria pre systém a ich plnenie.....	23
6.7.4.3.1.4.2 Princípy a požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany v systéme.....	24
6.7.4.3.1.4.3 Bezpečnostné hodnotenie prevádzky.....	24
6.7.4.3.1.4.4 Bezpečnostné hodnotenie systému v priebehu výmeny sorbentu adsorbéru.....	25
6.7.4.3.1.5 Celkové hodnotenie systému.....	26
6.7.4.3.2 Systém spaľovania vodíka.....	27
6.7.4.3.2.1 Opis systému.....	27
6.7.4.3.2.1.1 Účel a funkcia systému.....	27
6.7.4.3.2.1.2 Funkčnosť systému a prevádzkové režimy.....	28
6.7.4.3.2.1.3 Systém kontroly a riadenia systému.....	30
6.7.4.3.2.1.4 Vázby systému s inými technologickými systémami.....	32
6.7.4.3.2.1.5 Elektrické napájanie.....	32
6.7.4.3.2.1.6 Konštrukcia a zloženie systému.....	32
6.7.4.3.2.2 Technické hodnotenie projektu systému.....	38
6.7.4.3.2.2.1 Konceptcia projektového riešenia systému spaľovania vodíka.....	38
6.7.4.3.2.2.2 Požiadavky na vybrané zariadenia.....	38
6.7.4.3.2.2.3 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	39
6.7.4.3.2.2.4 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií.....	39
6.7.4.3.2.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.....	39
6.7.4.3.2.2.6 Hodnotenie koncepcie projektového riešenia systému spaľovania vodíka.....	40
6.7.4.3.2.3 Spoľahlivosť systému.....	40
6.7.4.3.2.3.1 Technické prostriedky pre realizáciu bezpečnostných funkcií systému.....	40
6.7.4.3.2.3.2 Organizačné prostriedky prevádzky.....	43
6.7.4.3.2.4 Bezpečnostné hodnotenie systému spaľovania vodíka.....	43
6.7.4.3.2.4.1 Kritéria pre systém a ich plnenie.....	43
6.7.4.3.2.4.2 Bezpečnostné hodnotenie systému spaľovania vodíka.....	43
6.7.4.3.2.4.3 Tvorba rádioaktívnych materiálov v systéme spaľovania vodíka.....	44
6.7.4.3.2.5 Celkové hodnotenie projektového riešenia systému spaľovania vodíka.....	44
LITERATÚRA.....	45
ZOZNAM TABULIEK.....	47

**ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ**

AS RTP	automatizované systémy riadenia technologických procesov
BD	bloková dozorňa
BF	bezpečnostná funkcia
BN	barbotážna nádrž
BT	bezpečnostná trieda
ČS	čistiaca stanica
DF	dekontaminačný faktor
DPS	dielčí prevádzkový súbor
DUL-T	Požiadavka na max. prípustnú dobu prerušenia el. napájania
EBO	elektrárň Bohunice
EMO	elektrárň Mochovce
HVB	hlavný výrobný blok
HZ	hermetická zóna
I.O.	primárny okruh
IPZK	individuálny program zabezpečenia kvality
JB	jadrová bezpečnosť
JE	jadrová elektrárň
JZ	Jadrové zariadenie
$K_d$	dynamický adsorpčný koeficient
KO	kompenzátor objemu
KPL	systém spaľovania vodíka
KPM	systém čistiacej stanice technologických odzdušnení
LaP	limity a podmienky
MD	Mimobloková dozorňa (dozorňa spoločných zariadení, č. miestnosti 805/1-02#3222)
MO34	Elektrárň Mochovce, 3. a 4. blok
NNK	nádrž nečistého kondenzátu
NP	neobsluhovaný priestor
NT	nízko tlakový
OP	obsluhovaný priestor
PLKVZ	plán kvality vybraných zariadení
PpBS	predprevádzková bezpečnostná správa
RAL	rádioaktívne látky
RAO	rádioaktívne odpady
RB	radiačná bezpečnosť
RK	radiačná kontrola

RN	rádionuklid
RVP	rádioaktívne vzácne plyny
SK	seizmická kategória (seizmická kategorizácie)
SKR	system kontrolly a riadenia
SR	Slovenská republika
SRK	system radiačnej kontroly
SSB	System súvisiaci s jadrovou bezpečnosťou
STD	Sprievodná technická dokumentácia
SZN	System zaisteného napájania
ŠP	štiepne produkty
TVD	technická voda dôležitá
ÚP	úvodný projekt
VK	ventilačný komín
VZT	Vzduchotechnika, vzduchotechnický
ŽP	životné prostredie

## ÚVOD

Kapitola bola vypracovaná v súlade s [II.1] s prihliadnutím na [II.9] v primeranom rozsahu.

Termín „systém spracovania plynných výpustí“ sa vzťahuje na systémy JE, u ktorých je potenciálna možnosť vypúšťania rádioaktívnych látok v plynnom stave do okolitého prostredia. Pod pojem plynné výpuste, resp. plynné rádioaktívne odpady sú zahrnuté všetky formy rádioaktívnych látok, ktoré môžu byť obsiahnuté vo vzdušnine, odsávanej z technologických priestorov alebo zariadení JE.

Plynné odpady sú tvorené hlavne:

- rádionuklidmi vzácnych plynov,
- trícium,
- rádioaktívnymi aerosólmi,
- rádionuklidmi jódom a ostatných halogénov,
- rádionuklidom  $^{14}\text{C}$ .

Vzhľadom na charakter takýchto RAO, nie je možná ich koncentrácia alebo izolácia (trvalá). Jediným spôsobom ich likvidácie je vypúšťanie do atmosféry, po procese spracovania. Proces spracovania znamená:

- filtráciu príp. oneskorenie odsávanej vzdušiny z priestorov jednotlivých technologických systémov,
- redukciu koncentrácie vodíka v plynných RAO,
- miešanie výstupných prúdov vzduchu z jednotlivých technologických systémov a systémov spracovania plynných RAO vo ventilačnom komíne a významný rozptyl rádioaktívnych látok na výstupe z ventilačného komína.

Projekt JE obsahuje systémy spracovania plynných RAO, ktoré svojou činnosťou pokrývajú prevádzkové stavy reaktorového bloku.

### 6.7.4.3 Systémy spracovania plynných výpustí

Tieto systémy spracovania plynných výpustí sú späté s technologickými zariadeniami primárneho okruhu:

- systémom odplynovania chladiva I.O.,
- systémom odvetrania nádrží nečistého kondenzátu,
- systémom prevetrávania barbotážnej nádrže KO dusíkom.

Jedná sa o systém čistiacej stanice plynov technologických odzdušnení a systém spaľovania vodíka. Oba systémy na seba nadväzujú.

### 6.7.4.3.1 Čistiaca stanica technologických odvzdušnení

#### 6.7.4.3.1.1 Opis systému

##### 6.7.4.3.1.1.1 Účel a funkcia systému

Čistiaca stanica technologických odvzdušnení patrí k pomocným systémom I.O.. Klasifikovaná je ako systém súvisiaci s jadrovou bezpečnosťou, zaradený medzi výkonné systémy<sup>1</sup>.

Slúži k čisteniu plyno-vzdušnej zmesi, privádzanej zo:

- systémov spaľovania vodíka
- systému odvzdušnení nádrží nečistého kondenzátu.

Čistiaca stanica plní bezpečnostnú funkciu: „obmedzenie výpustí alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pri normálnej a abnormálnej prevádzke“. V podstate zabezpečuje bariéru proti šíreniu RAL do ŽP<sup>2</sup>. Tesnosť tejto bariéry je reprezentovaná účinnosťou filtrácie adsorbéru oneskorovacej linky.

Z hľadiska seizmickej odolnosti sú komponenty systému rozdelené na:

- komponenty, ktoré sú súčasťou vlastnej filtrácie plynovzdušnej zmesi
- komponenty subsystému regenerácie zeolitových filtrov.

ČS redukuje únik rádioaktívnych produktov vo forme aerosólov, pár rádionuklidov jódu a hlavne rádioaktívne vzácne plyny. Ohrozenie okolitého obyvateľstva je tým znižované na čo najnižšiu možnú mieru.

##### 6.7.4.3.1.1.2 Funkčnosť systému a prevádzkové režimy

###### 6.7.4.3.1.1.2.1 Popis činnosti čistiacej stanice technologických odvzdušnení

Pre popis činnosti je uvažovaná iba jedna čistiaca linka, ostatné dve sú identické. Technologická schéma čistiacej stanice technologických odvzdušnení je uvedená vo výkresovej časti - potrubná schéma P&ID .

V ČS sú aplikované nasledujúce procesy spracovania plyných výpustí:

- adsorpcia RVP a jódu - na aktívnom uhlí a zeolite,
- aerosólová filtrácia - filtračný materiál so sklenenými vláknami,
- kondenzácia vlhkosti a odvod kondenzátu.

Základným filtračným komponentom každej čistiacej linky je uhlový adsorbér. Všetky jej ostatné komponenty zabezpečujú prevádzkové podmienky pre optimálnu sorpciu RVP v adsorbéri - znižujú teplotu a vlhkosť filtrovanej plynovzdušnej zmesi a zbavujú ju aerosólov. Znižovanie teploty a vlhkosti plynovzdušnej zmesi má za cieľ zväčšiť jej dobu prechodu cez adsorbér. Aerosólovou filtráciou sa vylučuje znižovanie sorpčnej schopnosti adsorbentu v dôsledku obsadenia záchytných centier aerosólmi. Tým sa predlžuje životnosť sorpčného materiálu.

Rádioaktívna plynovzdušná zmes, ktorá prichádza do systému čistiacej stanice technologických odvzdušnení je najskôr ochladená v tepelnom výmenníku (zo vstupnej teploty 60 °C na teplotu do + 35 °C). Po ochladení v chladiči a po prechode cez odlučovač vlhkosti, kde sa zbavuje kvapiek skondenzovanej vlhkosti, postupuje na samočistiaci filter (náplňou je sklenená vata). V samočistiacom filtri sa ďalej zbavuje zvyšnej vlhkosti a aerosólov. Potom je plynovzdušná zmes vedená do jedného z dvoch zeolitových filtrov.

<sup>1</sup> Koncepcie bezpečného provozu jaderné elektrárny, kapitola 4.2

<sup>2</sup> 4. bariéra proti šíreniu RAL - hermetická zóna



Zeolitové filtre pracujú striedavo, jeden je v prevádzke a druhý v rezerve alebo sa regeneruje. V zeolitovom filtri je plynovzdušná zmes dosúšaná. Vysušenie pred vstupom do adsorbéru je nevyhnutné k zaisteniu dostatočnej účinnosti filtrácie v adsorbéri. Hodnota vlhkosti je sledovaná pomocou vlhkomerných čidiel (sleduje sa hlavne prevýšenie limitnej hodnoty - zvýšený prienik vlhkosti cez nasýtený zeolit). V prípade nasýtenia zeolitového filtra nasleduje jeho regenerácia. Okrem dosúšania plynovzdušnej zmesi sú vo filtri z tejto zmesi zachytávané aj rádionuklidy jódu. Majoritným mechanizmom zachytu jódu je fyzikálna sorpcia.

Plyn zbavený vlhkosti ďalej prechádza adsorbérom. Adsorbér pozostáva zo sústavy navzájom prepojených adsorpčných filtrov. Na zníženie aktivity rádioaktívnych vzácnych plynov je využívaná kontinuálna adsorpcia vzácnych plynov v adsorbéri. Sorbentom v adsorbéri je neimpregnované aktívne uhlie, s fyzikálnou sorpciou ako dominantným mechanizmom zachytu RVP. Tieto adsorpčné filtre predlžujú dobu prechodu jednotlivých plynných rádionuklidov systémom. V oneskorení prechodu čisteného média cez adsorbér spočíva princíp filtrácie v adsorbéri. Dochádza tu k adsorbácii vzácnych plynov (Xe, Kr a Ar) a jódu. Počas doby zdržania v sorbente dochádza k ich rádioaktívnej premene. Ich aktivita na výstupe sa znižuje podľa pomeru medzi dobou prechodu adsorbérom a polčasom ich rádioaktívnej premeny.

Základným parametrom oneskorovacej linky je doba prechodu jednotlivých rádionuklidov cez adsorbér -  $\tau$  [hod.]. Čistiaci účinok systému na jednotlivé rádionuklidy je charakterizovaný tzv. dekontaminačným faktorom DF, definovaným vzťahom:

$$DF = e^{\lambda \cdot \tau} = \frac{A_1}{A_0}$$

$A_1$  - objemová aktivita sledovaného rádionuklidu vo vzduchu vstupujúceho do filtra [Bq/m<sup>3</sup>]

$A_0$  - objemová aktivita sledovaného rádionuklidu vo vzduchu po výstupe z filtra [Bq/m<sup>3</sup>]

$\tau$  - stredná doba oneskorenia sledovaného plynu v adsorbátore [hod.]

$\lambda$  - konštanta premeny sledovaného rádionuklidu [hod.<sup>-1</sup>]

Najväčší dekontaminačný faktor na oneskorovacích linkách sa dosahuje pre izotopy Xe a Kr (s krátkou  $T_{1/2}$ ).

Doba oneskorenia  $\tau$  závisí na prietoku plynu, resp. plyno-vzdušnej zmesi cez adsorbátor, resp. od tzv. doby styku a tiež od kvality sorpčného materiálu. Výber vhodného typu sorbentu podlieha výberovému konaniu.

Poznámka: Prietok plyno-vzdušnej zmesi cez filtračné komponenty oneskorovacej linky zabezpečujú dúchadlá. Systém umožňuje aj režim prevádzky liniek bez dúchadiel<sup>7</sup>. Optimalizácia spočíva v nízkej objemovej rýchlosti plynov cez oneskorovanú linku, t.j. zväčšenie doby styku a tým zvýšenie dekontaminačného faktora čistiacej stanice.

V nominálnom režime oneskorovacej linky sa potenciálne prítomné RN jódu zachytávajú v zeolitovom filtri a v adsorbéri. V nominálnom režime systému, keď neprebieha regenerácia zeolitového filtra na žiadnej z troch oneskorovacích liniek môže byť vzduch (zbavený jódu a RVP) vedený do VK cez obtok filtra.

V režime regenerácie zeolitového filtra „vlhký“ vzduch obchádza adsorbér. Pri regenerácii zeolitu môže dochádzať k desorbácii jódu, potenciálne zachyteného zeolitom. Preto je vzduch z regenerovaného filtra vedený do ventilačného komína cez jódomý filter.

<sup>7</sup> Na JE typu VVER440 je takýto režim overený a využívaný.

Ak pracuje linka vo funkcii základného podsystemu, dúchadlá sú neaktívne - linka pracuje v obtoku dúchadiel<sup>8</sup>. V tomto prípade je využívaný pretlak systému spaľovania vodíka. Pomocná linka odsáva plyn z nádrží nečistého kondenzátu pomocou jedného z dvoch dúchadiel (jedno je pracovné, druhé je v zálohe).

V systéme môžu byť jednotlivé podsystemy vo funkcii základnej, pomocnej alebo rezervnej oneskorovacej linky. V nominálnom režime je konfigurácia podsystemov: jedna linka základná, druhá pomocná, tretia je v rezerve. Určité nenominálne režimy vyžadujú použitie všetkých troch liniek súčasne, pričom jedna je vo funkcii základnej linky a dve vo funkcii pomocnej linky.

Vzhľadom k tomu, že zariadenie systému čistiacej stanice technologických odvodušnení pracuje s rádioaktívnym médiom, je technologický systém navrhnutý tak, aby ohrozenie prevádzkového personálu a životné prostredie bolo znížené na minimum, podľa zákona č. 87/2018.

Príspevok čistiacej stanice technologických odvodušnení k celkovej aktivite ročných výpustí RVP musí spĺňať limitnú podmienku pre aktivitu plyných výpustí (uvedenú v LaP).

Všetky komponenty oneskorovacej linky (vrátane systému regenerácie zeolitových filtrov), v ktorých sa odlučuje vlhkosť (odlučovače, samočistiaci filter) sú napojené na hydroakumulátor - vodný uzáver. Do hydroakumulátora je odvádzaný vznikajúci kondenzát. Okrem toho je kondenzát vznikajúci v dúchadlách vedený do špeciálnej kanalizácie. Kondenzácia je tu zároveň mechanizmom pre záchyt aerosólovej formy plyných RAO.

#### 6.7.4.3.1.1.2.2 *Prevádzkové režimy čistiacej stanice technologických odvodušnení*

Systém má definované nominálny a nenominálny režim. V nominálnom režime je prevádzkovaný vo všetkých režimoch normálnej prevádzky reaktorových blokov (1 až 7). Žiadne abnormálne prevádzkové režimy sa pre prevádzku systému neuvažujú, v projekte ani nie sú definované.

##### 6.7.4.3.1.1.2.2.1 Nominálny režim systému

Nominálny režim prevádzky je definovaný spustením systému a ustálením jeho prevádzkových parametrov. K nominálnej prevádzke systému sa radí aj režim regenerácie náplne zeolitového filtra.

Množstvo plynov, ktoré sú privádzané do systému, je závislé na režime reaktorového bloku.

Pomocná linka, ktorá spracováva plyny z odvodušnenia nádrží nečistého kondenzátu, sa prevádzkuje súčasne so spúšťaním dúchadiel.

Rezervná linka je v zálohe.

**Poznámka:** Prechod z prevádzkovej linky systému na rezervnú sa v normálnom režime bloku uskutočňuje v dvoch prípadoch:

- nefunkčnosť oneskorovacej linky,
- zvýšená aktivita RVP na výstupe z oneskorovacej linky.

<sup>8</sup> Je to optimálny režim z hľadiska účinnosti filtrácie adsorbéru. Možná je aj prevádzka s dúchadlom, ale v tomto režime je kratšia doba styku filtrovanej plynovzdušnej zmesi so sorbentom.

V normálnom režime bloku bude zvýšenie tejto aktivity RVP dané hlavne prítomnosťou RN <sup>41</sup>Ar.<sup>10</sup> Hodnota pri ktorej sa odstavuje prevádzkovaná linka a spúšťa rezervná je stanovená na základe hodnôt odvodených z LaP a na základe prevádzkových skúseností z rovnakých reaktorových blokov. V odstavenej linke, resp. v jej „uzavretom“ adsorbéri dochádza k pomerne rýchlej rádioaktívnej premene RN <sup>41</sup>Ar, čím sa znižuje aktivita výpustí.

#### **Nominálny režim - v režime bloku „malá borová regulácia“**

Základná linka spracováva plyny zo systému spaľovania vodíka, pomocná linka spracováva plyny privádzané z odvodušnenia nádrží nečistého kondenzátu.

Rezervná linka je v zálohe.

#### **Nominálny režim - v režime bloku „veľká bórová regulácia“**

Základná linka spracováva plyny zo systému spaľovania vodíka, pomocná linka je v zálohe. Rezervná linka spracováva plyny privádzané z odvodušnenia nádrží nečistého kondenzátu. Zámena pomocnej a rezervnej linky je nevyhnutná preto, lebo v prípade prudkého zväčšenia prietoku plynu cez adsorbér pomocnej linky by došlo k uvoľňovaniu predtým sorbovaných rádioaktívnych vzácnych plynov a tým k zvýšeniu aktivity plyných výpustí do okolia JE. V prípade veľkej bórovej regulácie súčasne na oboch blokoch, sú v prevádzke rezervná i pomocná linka.

#### **Nominálny režim systému - regenerácia zeolitových filtrov**

Regenerácia zeolitových filtrov prebieha podľa samostatného režimu s opačným prietokom horúceho vzduchu.

Prietok regeneračného vzduchu je zabezpečovaný jedným z dúchadiel oneskorovacej linky, ktoré nie je prevádzkované v režime filtrácie. Vzduch je nasávaný cez jeden z prachových filtrov a elektrický ohrievač. Vlhkosť obsiahnutá v regeneračnom vzduchu na výstupe zeolitového filtra je po ochladení vzduchu zachytávaná v odlučovači vlhkosti. Kondenzát je z neho odvedený do hydrouzáveru.

Priebeh regenerácie je charakterizovaný nasledovne:

- teplota regeneračného vzduchu na vstupe zeolitového filtra - 400 ÷ 450 °C,
- elektrický ohrievač sa zapína pri poklese teploty regeneračného vzduchu pod teplotu 420 °C, vypína sa pri prekročení 470 °C,
- dosiahnutie teploty vzduchu za zeolitovým filtrom > 200 °C,
- výdrž na teplote 200 °C (príp. vyššej) cca 1 - 2 hodiny,
- celková doba regenerácie, vrátane chladnutia je cca. 40 hodín.

Regeneračný vzduch presávaný dúchadlom cez zeolitový filter môže odnášať s vlhkosťou aj potenciálne desorbovaný rádioaktívny jód zo zeolitu. RN jódu viazané na kondenzát v odlučovači sú odvedené do hydrouzáveru. Ochladený a vlhkosti zbavený vzduch z regenerovaných filtrov je vedený na jódomý filter a do ventilačného komína. Vysušenie vzduchu v odlučovači vlhkosti má priaznivý vplyv na účinnosť záchytu jódomého filtra. V ostatných režimoch oneskorovacích liniek (t.j. keď na žiadnej z oneskorovacích liniek neprebieha regenerácia zeolitového filtra) je jódomý filter mimo prevádzky - vzduch je vedený jeho obtokom.

<sup>10</sup> Sorbent v adsorbéri systému má pre Ar významne nižšiu sorpčnú schopnosť v porovnaní s Xe a Kr.

#### 6.7.4.3.1.1.2.2.2 Nenominálny režim systému

Nenominálny režim je charakterizovaný tým, že v ňom neprebíha spracovanie plyných RAL. Určený je k zabezpečeniu:

- nábehu systému,
- odstavenia systému,
- periodického testovania účinnosti filtrácie adsorbéru <sup>11</sup>,
- výmeny adsorbéru, resp. adsorbentu.

#### **Nenominálny režim - výmena adsorbéru/adsorbentu**

Životnosť sorbentu v adsorbéroch systému má obmedzenú životnosť, závisí od kvality sorbentu, ale aj od spôsobu prevádzkovania. Kvalita sorbentu sa prejavuje v stupni postupnej zmeny sorpčnej schopnosti, ktorá je dôsledkom statického a dynamického stárnutia sorbentu [III.4]. Okrem pozvoľných procesov stárnutia je sorbent vystavený potenciálne možnej rýchlej degradácii alebo obsadeniu voľného povrchu sorbentu konkurenčnými látkami (škodliviny, resp. jedy). Takými škodlivinami sú hlavne organické rozpúšťadlá, kyslé plyny a pary, ozón, olejová hmla a pod. Takejto rýchlej strate sorpčných schopností sa predchádza starostlivým prevádzkovaním systému.

Reálny okamžitý stav sorbentu je určovaný kombináciou všetkých troch uvedených mechanizmov vplyvu. Zo skúseností prevádzky systémov oneskorovacích liniek je zrejmé, že pokles účinnosti sorpcie je pomerne malý<sup>12</sup>.

Rozhodnutie o výmene sorbentu sa robí na základe testovania sorpčnej schopnosti, resp. odporučením útvaru radiačnej ochrany.

Výmenu sorbentu je možné robiť výmenou celých sekcií adsorbéru (vrátane konštrukčného telesa) alebo iba výmenou sorpčného materiálu. O konkrétnom spôsobe rozhodne správca zariadenia na základe stavu konštrukcie, resp. korózie povrchu nádoby filtračnej sekcie. Vzhľadom na požiadavky optimalizácie sorpcie sa však predpokladá filtrovanie vysušeného vzduchu.

Konštrukcia a dispozícia adsorbérov jednotlivých liniek umožňuje nezávislú výmenu, t.j. pri prevádzke zvyšných dvoch liniek. Výmena sa môže uskutočňovať pri plánovanej odstávke jedného z reaktorových blokov, vždy u tej linky, ktorá je v rezerve.

Radiačná situácia pri výmene sorbentu je uvedená v kapitole 6.7.4.3.1.4.4. Pred výmenou sorbentu je nutné zabezpečiť uvoľnenie sorbovaných plynov, aby sa znížilo radiačné riziko prevádzkového personálu, ktorý výmenu uskutočňuje. Robí sa to prefukovaním linky čistým nekontaminovaným vzduchom a odvodom tohto vzduchu do ventilačného komína (Poznámka: Všetky komponenty oneskorovacej linky sú pritom v prevádzke, ako v nominálnom režime)

#### **Nenominálny režim systému - režim testovania účinnosti filtrácie adsorbéru oneskorovacej linky**

Účinnosť záchytu RVP v adsorbéri je charakterizovaná hodnotou dynamického adsorpčného koeficientu  $K_d$ , ktorý je okrem prevádzkových parametrov systému závislý aj na kvalite sorbentu. Skúsenosti ukazujú, že

<sup>11</sup> Ak tento režim prevádzkovateľ akceptuje

<sup>12</sup> Pre sorbent fy WATERLINK Sutcliffe Carbons (Anglicko) je pokles  $K_d$  cca. 10 % za 10 rokov prevádzky.

kvalita sorbentu v adsorbéri je časove premenná. S dobou prevádzky sorbent postupne degraduje a zhoršujú sa jeho filtračné schopnosti. Doba prevádzky 5 rokov znamená cca. 10 % zníženie hodnoty  $K_d$ .

Preto vzhľadom k zabezpečeniu kvality prevádzky majú byť adsorbéry periodicky kontrolované. Testuje sa účinnosť záchytu testovacieho plynu a stanovuje sa hodnota dynamického adsorpčného koeficientu. Testovanie je vhodné uskutočňovať periodickým on site testom.

Podstatou testovania je merania elučnej krivky testovaného adsorbéru pri prechode rádionuklidu  $^{85}\text{Kr}$  v testovacom plyne ( $\text{N}_2 + ^{85}\text{Kr}$ ) cez sorbent oneskorovacej linky a stanovenie oneskorenia  $\tau$ . S touto dobou súvisí dekontaminačný faktor DF, resp. testovaný dynamický adsorpčný koeficient  $K_d$ .

### 6.7.4.3.1.1.3 Systém kontroly a riadenia

#### 6.7.4.3.1.1.3.1 Riadenie a kontrola

Prevádzka systému čistiacej stanice technologických odzdušnení je nepretržitá a je riadená z MD, alebo lokálne - manuálne ovládanými armatúrami. Prevádzka oneskorovacích liniek je kontrolovaná v SKR a SRK. Činnosť obsluhy spočíva v riadení a kontrole priebehu jednotlivých operácií. Obsluha riadi a diaľkovo ovláda zariadenie, uskutočňuje priebežnú kontrolu zariadení systému, jeho prevádzkových parametrov, uskutočňuje manipulácie pre zaistenie jednotlivých prevádzkových režimov a vydáva inštrukcie ostatnému prevádzkovému personálu.

V SKR sú implementované lokálne a diaľkové merania. Diaľkové merania majú informáciu vyvedenú do MD. Kontrolované sú základné parametre médií v jednotlivých komponentoch oneskorovacích liniek. Jedná sa hlavne o meranie:

- teploty plynovzdušnej zmesi vo vybraných bodoch oneskorovacej linky,
- teploty regeneračného vzduchu,
- prietoku plynovzdušnej zmesi oneskorovacou linkou,
- tlaku na saní a výstupe dúchadiel a vo vybraných bodoch oneskorovacej linky,
- vlhkosti plynovzdušnej zmesi na výstupe zeolitových filtrov,
- hladiny kvapaliny (hydrouzáver, odlučovače vlhkosti).

Z nameraných hodnôt je posudzovaný stav jednotlivých komponentov oneskorených liniek, resp. dosahovaných parametrov a následná voľba optimálnej prevádzky, napr. spustenie regenerácie zeolitových filtrov, odvod kondenzátu a pod.

Cieľom je sledovanie tesnosti, resp. účinnosti filtrácie technologického zariadenia čistiacej stanice. Merané sú:

- sumárna objemová aktivita RVP<sup>13</sup> pred adsorbátorom každej linky,
- sumárna objemová aktivita RVP a RN jódu za adsorbátorom každej linky,
- objemová aktivita RVP a RN jódu vo vzduchu odvádzaného do ventilačného komína - odber vzorky vzduchu na spoločnom kolektore všetkých liniek.

Na základe týchto nameraných hodnôt je možné posudzovať účinnosť filtrácie v adsorbéri. Zároveň SRK poskytuje informáciu pre optimalizáciu prevádzky oneskorovacích liniek. Popis meracích kanálov SRK a spôsob monitorovania je uvedený v kap. 11 tejto PpBS (kap. 11.3 a kap. 11.4). Namerané hodnoty sú prezentované v dozorniacich radiačnej kontroly a v mimoblokovej dozorni.

<sup>13</sup> Meraná je beta aktivita RVP

#### 6.7.4.3.1.1.3.2 Požiadavky na meraciu techniku

Meracia technika inštalovaná na systéme zabezpečuje kontrolu procesu spracovania plyných odpadov predtým, než budú uvoľnené ako výpuste cez ventilačný komín do životného prostredia. Jedná sa o meracie kanály, ktorými sa kontroluje funkčnosť systému. Sledované sú radiačné parametre filtrovaného média (pozri kap. 6.7.4.3.1.1.3.1) a parametre jednotlivých komponentov systému čistiacej stanice technologických odzdušení (teplota, prietok, vlhkosť a tlakové straty na jednotlivých filtračných zariadeniach systému).

Čistiaca stanica technologických odzdušení tvorí jednu z bariér proti šíreniu rádioaktívnych látok do ŽP (pracovného aj mimo areál JE). Tomu zodpovedá aj rozsah meracej techniky a požiadavky na ňu kladené. Rozsahy merania, výber typov meracích systémov (resp. čidiel), návrh miesta inštalácie, resp. bodov merania a konštrukcia odberových sond zabezpečujú, že systémy merania sú prevádzky schopné v takom rozsahu, aby bolo možné sústavne sledovať a riadiť proces čistenia.

Trvalé sledovanie procesu čistenia je zabezpečené napr. stabilne inštalovanými monitorovacími systémami. Okrem toho je možné uskutočňovať náhradné monitorovanie - pomocou transportného monitorovacieho systému.

#### 6.7.4.3.1.1.4 Väzby systému s inými technologickými systémami

#### 6.7.4.3.1.1.5 Elektrické napájanie

Základné a spoločné princípy riešenia rozvodov vlastnej spotreby elektrickej energie JE sú uvedené v [I.1]. Kategorizácia zdrojov elektrického napájania jednotlivých komponentov systému je uvedená v. Ide o ventily s elektropohonom, regulátory riadenia, dúchadlá a elektrické ohrievače vzduchu. Pre jednotlivé elektrospotrebiče sú požiadavky:

- bezpečnostná trieda napájania,
- trieda zaisteného napájania,
- seizmická odolnosť napájania,
- spoľahlivosť napájania (DUL-T).

Uvedené sú tiež parametre ich napájania: menovité napätie - 3AC/50Hz, menovitý výkon/ prúd.

#### 6.7.4.3.1.1.6 Konštrukcia a zloženie systému

##### 6.7.4.3.1.1.6.1 Zostava čistiacej stanice technologických odzdušení

Čistiaca stanica technologických odzdušení pozostáva z troch podsystémov, z ktorých každý môže byť použitý ako:

- základný,
- pomocný,
- rezervný (pripravený pre uvedenie do prevádzky).

Jednotlivé podsystémy (čistiace linky) sa skladajú z týchto zariadení:

- tepelný výmenník                    2 ks
- odlučovač vlhkosti                2 ks
- samočistiaci filter                1 ks
- zeolitový filter                    2 ks
- adsorbér                              1 ks
- dúchadlo                              2 ks

- elektrický ohrievač 2 ks
- prachový filter 2 ks
- nádrž-hydrouzáver 1 ks

Na výstupe všetkých troch liniek je spoločný jódový filter. Sorbentom je aktívne uhlie, impregnované jodidom draselným. Dominantným mechanizmom filtrácie v tomto filtri je chemická sorpcia.

#### 6.7.4.3.1.1.6.2 Dispozičné riešenie

Systém ako celok je umiestnený v hlavnom výrobnom bloku.

#### 6.7.4.3.1.1.6.3 Popis a prevádzkové charakteristiky hlavných komponentov systému

##### **Tepelný výmenník - Chladič plynu**

Tepelný výmenník chladí plynovzdušnú zmes na vstupe do oneskorovacej linky. Je to protiprúdový chladič s médiami: chladiacou vodou v rúrkovom priestore a chladenou plynovzdušnou zmesou v medzirúrkovom priestore.

##### **Odlučovač vlhkosti**

Odlučovač vlhkosti je inštalovaný za chladičmi plynovzdušnej zmesi, resp. vzduchu. Je to stojatá valcová nádoba  $\varnothing$  400 x 650 mm. Vo vnútri nádoby je zvislá prepážka, ktorá slúži na zmenu smeru prúdenia plynu, resp. vzduchu. Prívod a odvod plynovzdušnej zmesi, resp. vzduchu je v hornom veku nádoby. Odstránenie vlhkosti sa dosahuje prudkou zmenou smeru prúdenia okolo zvislej prepážky medzi vstupným a výstupným hrdlom (zmena smeru prúdenia je 180°). Prebytočná vlhkosť z plynovzdušnej zmesi sa vo forme kondenzátu dostáva do spodnej časti nádoby odlučovača. Vo valcovej časti nádoby je hrdlo na meranie hladiny kondenzátu. Na dne nádoby je hrdlo na odvod kondenzátu do hydrouzáveru.

##### **Samočistiaci filter**

Samočistiaci filter je stojatá valcová nádoba  $\varnothing$  600x 1110 mm (vrátane hrdiel) s horným eliptickým vekom a eliptickým dnom. Slúži na záchyt aerosólov - prebytočnej vlhkosti (kvapiek vody), resp. pevných častíc. Vnútoraná konštrukcia nádoby je tvorená hornou a dolnou sitovou plochou, ktoré vytvárajú kužeľový priestor pre filtračný materiál. Filtračnou náplňou je sklenená vata.

Prívod plynovzdušnej zmesi je privedený na hrdlo v hornom veku. V dne nádoby sa zhromažďuje kondenzát, ktorý je odvádzaný hrdlom v dne do hydrouzáveru.

Na filtračnej náplni je trvale meraný tlakový spád.

##### **Zeolitový filter**

Zeolitový filter je určený na dosušenie plynovzdušnej zmesi, záchyтом zvyšnej vlhkosti. Je to stojatá valcová nádoba s plochými vekom aj dnom,  $\varnothing$ 408 x 3130 mm. Veko aj dno sú priskrutkované, s možnosťou

demontáže. Filtračnou náplňou je zeolit, uložený v site. Prívod plynovzdušnej zmesi je v hornej časti - nad zeolitom, odvod vysušenej zmesi je pod sorbentom v dolnej časti telesa filtra.

Do zeolitu je zasunutá teplomerná sonda na meranie teploty zeolitu. Na výstupe plynovzdušnej zmesi z filtra je meraná vlhkosť.

V priebehu sušenia plynu v zeolitovom filtri sa uvoľňuje cca. 900 kcal na 1 kg zachytenej vody. Sorbent vo filtri je chladený vodou. Chladiaca voda prúdi trubkovým hadom vo vnútri aparátu - v objeme sorbentu a dvojitém plášťom - z vonku aparátu.

Trvale je kontrolovaná tlaková strata na zeolitovom filtri a teplota konštrukčného telesa filtra.

### **Adsorbér**

Adsorbér sa skladá zo 4 montážnych celkov (veží), každá z veží má 3 filtračné sekcie. Výška veže je 4350 mm. Každá sekcia je tvorená valcovou nádobou ( $\varnothing$  1620 x 1210 mm) s plochým vekom a dnom. Vnútorňý objem sekcie je rozdelený priečkou na dve časti, naplnené sorbentom. Sorbent je nasypaný na nerezovom site, umiestnenom 150 mm nad spodným dnom. Priestor pod sitom slúži na prechod plynu z jednej polovice sekcie do druhej. Vstup a výstup plynu je hrdlom v hornej časti plášťa.

Vlastný sorbent je tvorený z dvoch vrstiev. Prvá vrstva, podložná, má hrúbku cca. 20 mm, tvorená je uhlím s väčšou zrnitosťou, aby sa zabránilo upchatiu sita sorpčným materiálom. Druhú vrstvu tvorí sorpčný materiál - neimpregnované aktívne uhlie, u ktorého sa filtračného efektu dosahuje fyzikálnou sorpciou.

Jednotlivé sekcie sú sériovo prepojené potrubiami  $\varnothing$  108 x 4 mm. Celkový sorpčný objem adsorbéru je cca. 18 m<sup>3</sup>.

V SKR sú trvale kontrolované:

- teplota v adsorbéri - v prvej polovici 1. sekcie adsorbéra
- tlaková strata na celom adsorbéri - odberové miesta,
- vlhkosť plynovzdušnej zmesi na vstupe do adsorbéra
- vlhkosť plynovzdušnej zmesi na výstupe z adsorbéra

V systéme radiačnej kontroly sú trvale monitorované objemové aktivity RN jódu a RVP, vzorka je z výstupu monitorov odvedená do ventilačného komína.

### **Dúchadlo**

Dúchadlá sú určené pre dva režimy:

- režim čistenia plynovzdušnej zmesi (ak nie je využívaný pretlak dusíku zo systému spaľovania vodíka)
- režim regenerácie zeolitových filtrov.

Ovládajú sa ručne a automaticky. Ručne ich ovláda operátor z mimo blokovej dozorne. Automatické riadenie je určované blokovacími podmienkami a riadiacou jednotkou.

Z toho vyplýva požiadavka na zabezpečenie integrity, tesnosti a plnej funkčnosti aj v havarijnom režime a až do úrovne maximálneho výpočtového zemetrasenia.

Merané sú tlaky na saní a výtlaku a prietok.



### Nádrž - vodný uzáver (hydrouzáver)

Hydrouzávery slúžia na zber kondenzátu z odlučovačov vlhkosti a jeho samočistiacich filtrov. Hydrouzáver je tvorený valcovou stojatou nádobou  $\varnothing$  308 x 2230 mm<sup>22</sup>. Zastavaná výška, vrátane podstavca a hrdiel je 2413 mm. Pracovný objem je 0,14 m<sup>3</sup>.

Kontrolovaná je výška hladiny vody v hydrouzáveroch systému. Aktívna výška vodného uzáveru je cca 2000 mm.

### Jódový filter

Jódový filter je využívaný na záchyt RN jódu v režime regenerácie zeolitových filtrov. Tvorený je stojatou valcovou nádobou, s vonkajšími rozmermi  $\varnothing$  640 x 1070 mm<sup>24</sup>. Teleso filtra má demontovateľné horné veko. Uhlie je nasýpané v nerezovom koši zavesenom v prírubu horného veka. Horná hladina uhlia je zakrytá sitom, ktoré je stiahnuté 3 ks svorníkov pripevnenými na dno koša.

Vo veku a dne telesa filtra sú hrdlá pre meranie teploty.

Na jódovom filtri sú kontrolované:

- **tlaková strata na filtri** - trvale v priebehu regenerácie zeolitového,
- **objemová aktivita jódu** na spoločnom kolektore všetkých troch oneskorovacích liniek (v režime regenerácie zeolitového filtra je to zároveň na výstupe jódového filtra),
- **objemová aktivita RVP** na spoločnom kolektore všetkých troch oneskorovacích liniek.

**Poznámka:** Meranie RVP a jódu je redundantné meranie k parciálnym radiačným meraniam na jednotlivých linkách.

### Prachový filter

Prachový filter je inštalovaný v podsystéme regenerácie zeolitových. Určený je na prachovú filtráciu regeneračného vzduchu.

Teleso filtra je tvorené stojatou kovovou nádobou o rozmeroch 215 x 266 x 480 mm. V hornej časti je nádoba zúžená a prírubou pripojená na odvodné potrubie  $\varnothing$  57 mm. Spodná, nasávací časť filtra je bez dna. Vo vnútri filtra je filtračná tkanina na zachytávanie prachových častíc z nasávaného vzduchu z miestnosti.

### Elektrický ohrievač

Elektrické ohrievače sú inštalované v podsystéme regenerácie zeolitových filtrov systému. V každej oneskorovacej linke sú dva elektrické ohrievače - pracovný a rezervný. Náhradný ohrievač sa automaticky zapína pri výpadku pracovného ohrievača.

Ohrievač je tvorený valcovou ležatou nádobou. Vstup a výstup vzduchu je cez valcovú plochu nádoby, napojené sú na potrubia  $\varnothing$  57 mm. Vo vnútri valcovej nádoby sú umiestnené elektrické výhrevné telesá.

<sup>22</sup> Vonkajší priemer

<sup>24</sup> Výška je vrátane stojana a hrdla

Ovládanie ohrievača je manuálne (z MD) a automatické od blokovacích podmienok. Pri voľbe režimu regenerácie zeolitovej náplne zapína a vypína ohrievač operátor.

### **Tepelný výmenník (Chladič vzduchu)**

Chladič vzduchu je súčasťou podsystemu regenerácie zeolitových filtrov. Určený je na chladenie vzduchu na výstupe regenerovaného zeolitového filtra. Zníženým teploty sa zvyšuje účinnosť filtrácie rádionuklidov jódu na jódomom filtri. RN sú potenciálne uvoľňované z regenerovaného zeolitu. Chladiacim médiom je voda zo systému TVD, pretekajúca rúrkovnicou.

Chladič je protiprúdový - chladený vzduch prúdi v medzirúrkovom priestore zhora nadol, chladiaca voda prúdi v trubkách opačne zdola nahor.

V systéme SKR sú kontrolované:

- teplota vzduchu na výstupe z chladiča,
- teplota na vstupe chladiča (resp. na výstupoch zeolitových filtrov)
- teplota chladiacej vody na vstupe chladiča,
- teplota chladiacej vody na výstupe chladiča.

#### **6.7.4.3.1.1.6.4 Prevádzkové materiály**

V čistiacej stanici technologických odvodušnení sú používané nasledovné prevádzkové materiály:

- filtračná náplň adsorbéru - neimpregnované aktívne uhlie,
- adsorbčná náplň jódomo filtra – aktívne uhlie, impregnované jodidom draselným (150 kg),
- náplň zeolitových filtrov - zeolit.

### **6.7.4.3.1.2 Technické hodnotenie projektu systému**

#### **6.7.4.3.1.2.1 Konceptia projektového riešenia**

Konceptia projektového riešenia má zabezpečiť plnenie požiadaviek JB [II.6] (všeobecné požiadavky na projekt JZ a osobitné požiadavky na projekt JZ s jadrovým reaktorom) a tiež RO.

Splnenie týchto požiadaviek zaručuje spoľahlivú prevádzku ČS a tým aj príspevok k bezpečnosti prevádzky JE počas celej jej projektovanej životnosti a ochranu zdravia zamestnancov, obyvateľstva a ŽP. Konštrukcia ČS aj rozmiestnenie sú určované podmienkami pre zabezpečenie jadrovej a radiačnej bezpečnosti na reaktorovom dvojbloku MO34. K základným rysom koncepcie patrí:

- prívod spracovávanej plynovzdušnej zmesi z oboch blokov MO34 a vývod filtrovanej vzdušiny do spoločného ventilačného komína dvojbloku MO34,
- plnenie požiadaviek, vyplývajúcich z bezpečnostnej klasifikácie,
- prevádzka ČS v normálnych a abnormálnych režimoch reaktorových blokov,
- zabezpečenie požadovanej spoľahlivosti a účinnosti záchytu - v normálnych podmienkach nie je predpoklad skokových zmien účinnosti filtrácie, t.j. straty bezpečnostnej funkcie,
- zálohovanie

Projekt systému (ČS) uvažuje so zálohovaným riešením. ČS pozostáva z troch navzájom zameniteľných podsystemov (liniek). Zároveň je riešené zálohovanie kritických komponentov aj v rámci každej linky - 100 % - ná záloha zeolitových filtrov, vrátane podsystemu ich regenerácie.

- konštrukčné vyhotovenie
  - Konštrukcia ČS a jednotlivých jej komponentov je určovaná podmienkami:
    - transportu v HVB, montáže a údržby,
    - inštalácie jednotlivých častí liniek ČS v oddelených miestnostiach,
    - výmeny sorpčnej náplne.
- odťahová vzduchotechnika v priestoroch s komponentmi systému,
- riadenie a kontrola ČS technologických odvzdušení,
  - SKR na systéme zabezpečuje diaľkovú kontrolu parametrov systému a spracovávanej plynovzdušnej zmesi (teplota, tlak, vlhkosť) s prenosom signálov a merania v MD. Z MD je systém aj riadený (prepínanie konfigurácie liniek ČS, riadenie jej prevádzkových režimov). Okrem toho je funkcia ČS (hlavne jej oneskorovacích liniek) sledovaná v SRK.
- klasifikácia spolupracujúcich systémov - projektové riešenie ČS a požiadavky na jej prevádzku definujú zároveň klasifikačné požiadavky na ostatné technologické systémy, nevyhnutné pre prevádzku systému

#### 6.7.4.3.1.2.2 Požiadavky na vybrané zariadenia

Pre všetky klasifikované zariadenia je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky. Sú vypracované revízie IPZK pre klasifikované zariadenia. Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD.

#### 6.7.4.3.1.2.3 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou STD.

#### 6.7.4.3.1.2.4 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií

##### 6.7.4.3.1.2.4.1 Prevádzkyschopnosť systému počas normálnej prevádzky a počas havárii

Prevádzka čistiacej stanice technologických odvzdušení je požadovaná počas normálnej prevádzky reaktorového bloku. Jej prevádzka počas havárie a po havárii sa v projektovom riešení neuvažuje.

##### 6.7.4.3.1.2.4.2 Kritérium jednoduchej poruchy

Nie je požadované plnenie kritéria jednoduchej poruchy.

##### 6.7.4.3.1.2.4.3 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Nie je požadované plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou.

##### 6.7.4.3.1.2.4.4 Bezpečnostné charakteristiky čistiacej stanice technologických odvzdušení

ČS zabezpečuje funkciu, vyplývajúcu z jadrovej bezpečnosti [II.6], [II.7] a radiačnej bezpečnosti [II.5] - izolácia vznikajúcich rádioaktívnych látok od biosféry, resp. minimalizácia uvoľňovania rádionuklidov, tzn. minimalizácia vplyvu ionizujúceho žiarenia na ŽP.

Čistiaca stanica technologických odvzdušení tvorí jeden z prvkov 4. bariéry JE (hermetický priestor) proti šíreniu ra-látok do pracovného a životného prostredia. Preto tesnosť tejto ochrannej bariéry je daná aj úrovňou filtračnej schopnosti oneskorovacích liniek.

Konštrukcia oneskorovacej linky a radenie jej jednotlivých komponentov zabezpečuje prakticky 100 % účinnosť filtrácie aerosólovej formy plyných výpustí. U ďalších foriem plyných výpustí (RVP, RN jódu) zabezpečuje filtračný systém ČS maximálne možné zníženie ich objemovej aktivity.

Uvoľňovaná aktivita z čistiacej stanice technologických odzdušení predstavuje cca. 30 % z celkovej aktivity plyných výpustí, uvoľňovaných cez ventilačný komín HVB. Je to významný zdroj uvoľňovanej aktivity, preto sú na filtračné zariadenia ČS kladené vysoké požiadavky kvality aj spoľahlivosti. Vyžadovaná je trvalá schopnosť plnenia požadovanej bezpečnostnej funkcie.

#### 6.7.4.3.1.2.4.5 Zhrnutie hodnotenia projektovej koncepcie systému

Projektové riešenie systému dostatočne zabezpečuje nutnú požiadavku pre trvalú normálnu prevádzku reaktorových blokov JE MO34. Technické prostriedky dávajú zároveň možnosti pre organizáciu prevádzky s ohľadom na plnenie bezpečnostnej funkcie.

Použité konštrukčné materiály sú zárukou vysokej prevádzkovej spoľahlivosti aj dostatočnej životnosti komponentov a tým celej zostavy systému.

Projekt systému zohľadňuje inštalované zdvíhacie prostriedky pre montáž, demontáž, revízie a opravy.

#### 6.7.4.3.1.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému

##### Kvalifikačné požiadavky

- klimatické podmienky - Pri výbere jednotlivých komponentov systému sú rešpektované požiadavky priestorov, v ktorých majú byť inštalované.
- požiadavky na seizmickú odolnosť - vychádzajú zo seizmickej klasifikácie systému (pozri kap. 6.7.4.3.1.1.6.2). Konštrukcia, použité materiály a spôsob inštalácie komponentov systému zodpovedajú požiadavkám seizmickej odozvy.

V preukaznej dokumentácii sú pre kritický komponent systému - adsorbér<sup>28</sup>, uvádzané vstupné parametre adsorbéru ako výpočtové zaťaženie, prevádzkové zaťaženie, zaťaženie spôsobené seizmickými účinkami, normálne prevádzkové podmienky a určujúce parametre pre skúšky adsorbéru. Na základe týchto deklarácií boli uskutočnené návrhové a kontrolné pevnostné výpočty. Rovnako sú v preukaznej dokumentácii spracované podklady a výpočty, resp. uvádzané odkazy na uskutočnené výpočty aj pre ostatné komponenty systému: jódomý filter, zeolitový filter, samočistiaci filter, odlučovač vlhkosti, nádrž hydrouzáveru, Procesný výpočet nebol požadovaný. Filtračné vlastnosti adsorbéru mohli byť posudzované na základe prevádzkových skúseností z iných JE. Podobne to platí aj o ostatných komponentoch systému s filtračnou funkciou.

##### Systém kvality

Pre všetky komponenty boli spracované požiadavky na kvalifikáciu zariadení<sup>29</sup>, čím sú preukázané a dokladované schopnosti plniť požadované bezpečnostné funkcie stanovené projektom vo všetkých prevádzkových stavoch predpokladaných projektom v priebehu celej životnosti zariadení.

Pre všetky klasifikované zariadenia je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte.

<sup>28</sup> Filtračné vlastnosti adsorbéru určujú funkčnú spôsobilosť celého systému, ostatné komponenty systému iba zabezpečujú optimálne podmienky filtrácie

<sup>29</sup> Vyhl.č.430/2011, par.2, bod j

Použitie štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

#### **6.7.4.3.1.3 Spôľahlivosť systému**

Spôľahlivosť prevádzky systému je v projekte riešená:

- systémom kvality - kvalifikáciou zariadení,
- zabudovaním meracej techniky, ktorou sú sledované prevádzkové parametre jednotlivých komponentov systému a systému ako celku,
- výberom komponentov (materiálov a vyhotovením) tak, aby boli plnené kvalifikačné požiadavky,
- návrhom zostavy systému, resp. jej štruktúry, ktorou sa minimalizuje dôsledok vzniku porúch a tiež šírenie porúch v rámci systému (tým aj spoľahlivosť v systéme spracovania plyných výpustí) - kap. 6.7.4.3.1.3.2,
- napájanie elektrických spotrebičov systému zo zdrojov zálohovaného napájania príslušnej kategórie,
- príslušnou klasifikáciou (a tomu zodpovedajúcemu riešenie) spolupracujúcich technologických systémov (kap. 6.7.4.3.1.1.4).

V súlade s koncepciou vykonávacieho projektu systému sú definované prevádzkové limity a technologické obmedzenia. Ich dodržiavanie je podmienkou spoľahlivej prevádzky systému.

Funkčná schopnosť systému (ako systému súvisiaceho s jadrovou bezpečnosťou) je nutnou podmienkou pre trvalú normálnu prevádzku reaktorových blokov JE MO34. Funkčná schopnosť je zároveň podmienkou pre zabezpečenie spoľahlivej realizácie bezpečnostnej funkcie systému. Koncepcia projektového riešenia podporuje plnenie bezpečnostnej funkcie technickými prostriedkami aj organizáciou prevádzky.

Spôľahlivosť systému je určená kvalitatívne na základe analýzy technických a organizačných prostriedkov obsiahnutých vo vykonávacom projekte, alebo vyplývajúcich z projektového riešenia.

##### **6.7.4.3.1.3.1 Projektové prostriedky pre zabezpečenie spoľahlivosti**

Koncepcia systému čistenia technologických odzdušnení vychádza z toho, že je spoločným zariadením 3. a 4. bloku JE MO34 a preto súčasne pokrýva požiadavky konkrétnych režimov prevádzky oboch blokov.

##### **6.7.4.3.1.3.2 Technické prostriedky pre zabezpečenie spoľahlivosti**

#### **Zálohovanie**

Systém pozostáva z troch plne funkčne vzájomne zameniteľných liniek. Rozsah troch liniek súvisí z požiadavkami na prevádzku ČS, z ktorých vyplývajú prevádzkové režimy ČS a jej jednotlivých liniek. V v kap. 6.7.4.3.1.1.2.2 je popísané využívanie jednotlivých liniek v rôznych prevádzkových režimoch. Jedna z liniek je v zálohe, (záloha systému ako celku je 50%).

Takéto riešenie umožňuje vysokú spoľahlivosť prevádzky. Okrem toho umožňuje operátorovi optimálnu voľbu konfigurácie ČS, s ohľadom na realizáciu bezpečnostnej funkcie (obmedzovanie množstva a druhu RAL, uvoľňovaných do ŽP) - vid' 2. Poznámka v kap. 6.7.4.3.1.1.2.2.1.

#### **Optimalizácia režimu filtrácie**

Konštrukcia systému a jeho komponentov zabezpečujú trvale vysoké parametre filtračného zariadenia, hlavne adsorbéru. Prevádzkové filtračné náplne, používané v ČS technologických odzdušnení, sú vybrané s ohľadom na dosiahnutie najvyšších počiatkových parametrov (filtrácie). Okrem toho konštrukcia liniek ČS zabezpečuje optimálne pracovné podmienky pre sorbent v adsorbéri - plynovzdušná zmes je:

- zbavená aerosólov,

- ochladená,
- zbavená vlhkosti - vysušená.

Okrem toho je možná prevádzka oneskorovacej linky v nominálnom režime bez dúchadla, čím sa dosahuje max. možná doba styku plynovzdušnej zmesi a sorbentu. V takomto režime sa dosahuje optimálna sorpcia využitím pretlaku dusíka v systémoch zdroja plynovzdušnej zmesi (systém spaľovania vodíka).

### Kontrola prevádzky ČS technologických odvodušnení

V systéme sú implementované prostriedky prevádzkovej kontroly, pomocou ktorých je možné predchádzať stavom abnormálnej prevádzky a poruchám (meranie prevádzkových parametrov - sledovanie teploty, tlaku, vlhkosti, prietoku a aktivity jednotlivých zložiek plynovzdušnej zmesi) - kap. 6.7.4.3.1.1.6.3.

Prevádzková kontrola je zabezpečovaná v samotnom systéme. Kontrolné body a merané veličiny sú navrhnuté tak, aby bolo možné sledovať regulárnu prevádzku a včas identifikovať príp. odklon od nominálnej prevádzky.

**Poznámka:** Projektové prostriedky kontroly musia byť doplnené periodickým testovaním účinnosti filtrácie adsorbérov - ním sa zabezpečuje sledovanie stavu sorbentu a príp. identifikácia stavu abnormálnej prevádzky (nepripustné zníženie účinnosti filtrácie). Filtračné systémy, vrátane adsorbérov, majú mať možnosť skúšky účinnosti filtrácie<sup>30</sup>.

### Tesnosť systému čistiacej stanice

Tesnosť systému ČS je dôležitá z hľadiska zabráneniu šírenia ra-látok do priestorov JE z plyných a kvapalných médií. Všetky linky aj ich jednotlivé komponenty sú podrobované testu na tesnosť tlakovou skúškou. Technologický systém je bariérou proti šíreniu RAL.

V priebehu prevádzky dúchadiel je tesnosť časti ČS (od vstupu až po dúchadlá) zabezpečená tým, že je v podtlaku - to znamená, že únik RAL je málo pravdepodobný. Na výtlaku dúchadiel je tesnosť ČS zabezpečená mechanickou konštrukciou potrubných trás. Iná je situácia v prípade, keď ČS stanica pracuje v režime pretlaku N<sub>2</sub> (zo systému spaľovania vodíka). Potrubné trasy a zariadenia celej linky (od vstupu až po zaústenie do VK) preto musia mať zabezpečenú tesnosť mechanickou konštrukciou.

Vzhľadom k tomu, že je možná prevádzka v oboch uvedených režimoch (s dúchadlom aj bez neho), je tesnosť celého systému ČS preukázaná tlakovými skúškami - certifikátmi tlakových skúšok jednotlivých komponentov aj ČS ako celku.

Všetky komponenty systému, kde vzniká kondenzát, majú prostriedky na drenážovanie a odvod kondenzátu do hydrouzáveru, resp. do špeciálnej kanalizácie. Tesnosť drenážnych trás a zberných nádrží je preukazovaná skúškami<sup>31</sup>.

V zariadeniach systému, ktoré sú napojené na rozvod systému TVD, je tesnosť deklarovaná tiež tlakovými skúškami. V prevádzke je tlak v rúrkovnici týchto zariadení vždy vyšší, čím je zabezpečená „tesnosť“ bariéry medzi chladeným médiom a TVD.

### Rozmiestnenie systému

<sup>30</sup> Vyhl. ÚJD SR č. 430, Príloha č. 3, časť B, odsek G Radiačná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy, bod 5e

<sup>31</sup> podľa Plánu kontrol a skúšok

Jednotlivé komponenty sú rozmiestnené v rôznych priestoroch (tabuľka v kap. 6.7.4.3.1.1.6.2). Inštaláciou v oddelených priestoroch sa dosahuje minimalizácia pravdepodobnosti ovplyvnenia integrity:

- ostatných technologických systémov JE,
- podsystémov navzájom.

Rozmiestnenie systému v rôznych priestoroch optimalizuje aj jeho údržbu a opravy.

#### **Konštrukčné materiály**

Všetky komponenty systému, od vstupu plynovzdušnej zmesi až po zeolitový filter, vrátane, sú realizované z ocele triedy 17 (17247 -nerezová oceľ). U nich sa potenciálne predpokladá styk so vzdušnou vlhkosťou, alebo kondenzátom. Podobne sú všetky potrubia, s výnimkou potrubí systému chladiacej vody (TVD), vyhotovené z nerezovej ocele - triedy 1.4541. Potrubia systému TVD sú z uhlíkovej ocele, P265GH.

U adsorbéru sa predpokladá styk konštrukcie s vysušeným vzduchom, preto je vyhotovený (plášť aj hrdlá) z ocele triedy 11 (11416.1, uhlíková oceľ). Dúchadlá sú vyhotovené zo sivej liatiny - statory z materiálu EN-GJL-200, rotory z materiálu EN-GJS-500-7<sup>32</sup>.

**Poznámka:** konštrukčné materiály jednotlivých komponentov sú uvádzané v príslušných údajových listoch.

#### **Vznik porúch a ich šírenie**

Vznik porúch, resp. závad v systéme je diagnostikovaný meracími kanálmi. Potlačenie šírenia porúch, resp. vzájomného ovplyvňovania podsystémov je riešené aplikáciou nezávislosti a zálohovania kritických zariadení systému.

Neprerušované plnenie funkcie filtrácie je zabezpečované automatikou systému ČS, účinnou prevádzkovou diagnostikou a spoľahlivou prevádzkou spolupracujúcich systémov.

#### **Riešenie havarijných stavov**

Systém nie je určený na prevádzku v havarijných stavoch reaktorového bloku. V prípade havárie sa príslušnými armatúrami uzatvára vstup plynovzdušnej zmesi do systému. Zabezpečuje sa tým tesnosť 4. bariéry (HZ), ktorá je požadovaná v prípade havarijnej situácie.

#### **6.7.4.3.1.3.3 Organizačné prostriedky prevádzky**

Technické prostriedky systému umožňujú aj aplikáciu organizačných prostriedkov, ktorými operátor môže dosiahnuť optimalizáciu prevádzky - realizáciu bezpečnostnej funkcie. Sledovaná je objemová aktivita plynovzdušnej zmesi na výstupe ČS. V prípade významného zvýšenia aktivity operátor odstaví linku a spustí rezervnú linku. Podľa prevádzkových skúseností z iných JE je toto zvýšenie zvyčajne spôsobené prienikom rádionuklidu <sup>41</sup>Ar na výstup adsorbéru<sup>33</sup>. Okrem toho je nutné zabezpečiť, že do adsorbérov ČS nebudú nasávané plynné látky, ktoré spôsobujú otravu sorbentu (organické rozpúšťadlá, oleje a pod.).

#### **6.7.4.3.1.4 Bezpečnostné hodnotenie systému**

##### **6.7.4.3.1.4.1 Kritéria pre systém a ich plnenie**

<sup>32</sup> EN-GJL-200 je ekvivalent DIN EN 1561 (STN 422420), EN-GJS-500-7 je ekvivalent DIN EN 1561 (STN 422305)

<sup>33</sup> argón má zo všetkých RVP najnižší koeficient sorpcie na aktívnom uhlí

Kritickým komponentom pre plnenie bezpečnostnej funkcie sú adsorbéry, v ktorých sú z uvoľňovanej vzdušiny filtrované RVP a rádionuklidy jódu. Ako kritérium pre výmenu sorbentu je stanovená hodnota DF, znížená o 1/3 svojej pôvodnej hodnoty. Z toho vyplýva potreba testovania po zavezení „čerstvého“ sorpčného materiálu do filtračného lôžka (resp. po výmene sorpčného lôžka s čerstvým sorbentom) a následná periodická kontrola. Optimálnym spôsobom testovania účinnosti filtrácie RVP je „on site“ test.

Z praktických dôvodov je na testovanie účinnosti filtrácie adsorbentov optimálne používať rádionuklid  $^{85}\text{Kr}$ . Hlavným kritériom pre posudzovanie kvality sorbentu (a kritérium pre výmenu sorbentu) na základe on site merania s  $^{85}\text{Kr}$  (ako testovacím plynom) je dosiahnutie požadovanej hodnoty  $K_d$  (dynamický adsorpčný koeficient) pre Kr. Hodnota  $K_d$  pre Kr je stanovená na základe laboratórných testov, resp. testov čerstvo zavezeného sorbentu. Okrem toho môže byť stanovená z literárnych údajov pre  $\text{Xe}^{34}$  na základe známeho pomeru  $K_d$  pre plyny Kr a Xe [III.2]. Minimálna akceptovateľná hodnota  $K_d$  (pre Kr) zodpovedá zníženiu dekontaminačného faktoru pre Xe o 30 % oproti projektovej hodnote. Projektová hodnota  $K_d$  je stanovená pre konkrétny prípad objemu sorbentu v adsorbéri a referenčnú hodnotu prietoku vzduchu cez adsorbér v priebehu testu.

Zníženie hodnoty  $K_d$  pre Kr pod projektovú úroveň<sup>35</sup>, na úroveň cca. 60 % projektovej hodnoty, znamená signál pre vyšetrovanie príčin tohto poklesu (previerka optimalizácie prevádzky - vlhkosť, teplota v adsorbéri), resp. signál pre výmenu sorbentu.

V prípade, že systém nie je prevádzky schopný<sup>36</sup>, nie je možné začínať práce, ktoré môžu viesť k zvýšeniu tlaku plynov v odzdušňovaných nádržiach (sú určené v prevádzkovej dokumentácii). To znamená potenciálny únik RVP. Podobne pri plánovanom odstavení je možné systém odstaviť až po ukončení týchto operácií

#### 6.7.4.3.1.4.2 Princípy a požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany v systéme

Projektové riešenie systému rešpektuje princípy a požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany. Zahrňuje technické a bezpečnostné opatrenia na kontrolu a zmiernenie možných rádiologických následkov úniku rádiónuklidov. Radiačná ochrana je zabezpečovaná:

- vysokou úrovňou účinnosti filtrácie RVP a jódu - ochrana obyvateľstva a ŽP,
- bezpečným zhromažďovaním potenciálne rádioaktívneho kondenzátu,
- inštaláciou príslušných monitorovacích zariadení systému radiačnej kontroly,
- vzduchotechnickými systémami vzduchotesnej zóny HVB, ktoré zabezpečujú aerosólovú filtráciu.

Sledovanie radiačnej situácie je zabezpečované prostriedkami systému radiačnej kontroly (PS12):

- v priestoroch pracovného prostredia a v samotnom systéme,
- kontrolou aktivity výpustí cez ventilačný komín<sup>37</sup>.

**Poznámka:** Spôsoby radiačného monitorovania v systéme sú uvedené v kap. 11.4 tejto PpBS.

#### 6.7.4.3.1.4.3 Bezpečnostné hodnotenie prevádzky

<sup>34</sup> rádionuklid  $^{133}\text{Xe}$  je najviac zastúpený RVP v plynných výpustiach

<sup>35</sup> hodnota dosiahnutá pri laboratórných testoch čerstvého sorbentu, resp. hodnota pre čerstvo zavezený sorbent

<sup>36</sup> Prevádzkyschopnosť znamená plnú funkčnosť min. dvoch z troch liniek systému

<sup>37</sup> Systém prispieva k plynným výpustiam cez ventilačný komín



Charakter zariadenia ČS a spôsob jej prevádzky nepredpokladá za normálnych podmienok skokové zmeny základných parametrov adsorbérov, ako kritických komponentov systému. Z toho dôvodu je dostatočné periodické testovanie jeho účinnosti filtrácie (s periódou max. 5 rokov).

Adsorbér je naplnený sorbentom, u ktorého je dominantným procesom fyzikálna sorpcia plynov. Z hľadiska koeficientu záchytu RVP a ich polčasu premeny, možno ho považovať za Xe a Kr filter (u Kr sa to týka iba krátko žijúcich rádionuklidov).

Na výstupe z jednotlivých oneskorovacích liniek ČS - v kolektore výstupných potrubí, je zaradený jódomý filter (s impregnovaným sorbentom - impregnantom je jodid draslíka - KI). V režime nominálnej prevádzky systému (ak neprebíha regenerácia žiadneho zeolitového filtra) môže byť tento filter v obtoku, pretože sa predpokladá záchyt jódu v zeolitovom filtri a hlavne v adsorbéri. Do režimu filtrácie sa radí v prípade regenerácie zeolitových filtrov, vzhľadom na pravdepodobnosť desorpcie rádionuklidov jódu zachyteného v zeolite. To znamená, že ak nie je jódomý filter v prevádzke, nesmie sa v žiadnej linke systému uskutočňovať regenerácia zeolitového filtra. Okrem toho ho je možné uviesť do prevádzky aj v prípade ak sa vyskytne jód vo výpustiach v dôsledku desorpcie jódu z adsorbéra.

Poznámka: Rovnako ako RVP aj jód je v adsorbéri zachytávaný mechanizmom fyzikálnej sorpcie. Preto je nutné uvažovať aj s pravdepodobnosťou výstupu jódu z adsorbéru. V jódomom filtri je chemická sorpcia, t.j. trvalá sorpcia jódu v sorbente.

Preukázanie splnenia bezpečnostného kritéria ČS sa musí uskutočňovať on site meraním s periódou, ktorá je definovaná v príslušnej prevádzkovej dokumentácii. Výsledkom testu má byť tiež potvrdenie bezpečnostnej rezervy pre ďalšiu prevádzku, t.j. dynamický adsorpčný koeficient musí mať dostatočne vysokú hodnotu, aby bolo zabezpečené trvalé plnenie požadovanej bezpečnostnej funkcie.

Okrem filtrácie sa v systéme uplatňuje odstraňovanie RAL v dôsledku kondenzácie vlhkosti z plynovzdušnej zmesi a bezpečného odvodu kondenzátu do príslušných nádrží - bez únikov potenciálne rádioaktívnej kvapaliny.

#### **6.7.4.3.1.4.4 Bezpečnostné hodnotenie systému v priebehu výmeny sorbentu adsorbéru**

Adsorbéry jednotlivých liniek ČS sú umiestnené v oddelených priestoroch (v miestnostiach „NP“). ČS je zároveň riešená zálohovane. Preto výmenu sorbentu v adsorbéri je možné uskutočniť v priebehu normálnej prevádzky, v režime linky „rezerva“. Na postup výmeny sorbentu musí byť spracovaný postup.

Odstránenie starého sorbentu (vrátane demontážnych prác na sekciách adsorbéru) a nasypanie čerstvého sorbentu, resp. inštalácia nových segmentov (s čerstvým sorbentom) musí byť uskutočňované v súlade s predpismi radiačnej a požiarnej ochrany a pravidiel všeobecnej bezpečnosti pri práci.

Z hľadiska RB je dôležité hodnotiť radiačnú situáciu adsorbéra. Určovaná je predovšetkým aktivitou sorbovaných RVP. Aktivita ostatných RN je rádovo nižšia.

Telesá sekcií adsorbérov budú po tlakových skúškach a nasypaní čerstvého sorbentu znovu nainštalované v ČS. Ak nebudú vyhovovať tlakovým skúškam, budú uvoľnené ako neaktívny odpad do ŽP.

Manipulácia s opotrebovaným sorbentom (demontáž sekcií adsorbéru, manipulácia s vlastným sorbentom a telesami sekcií adsorbéru) podlieha pravidlám pre prácu s RAO a musí byť spracovaná v príslušných prevádzkových predpisoch.

#### 6.7.4.3.1.5 Celkové hodnotenie systému

Projektové riešenie zabezpečuje:

- trvalú realizáciu príslušnej bezpečnostnej funkcie - filtračný systém ČS znižuje objemovú aktivitu uvoľňovaných plynných ra-látok,
- operatívne riadenie systému s cieľom optimalizovať realizáciu BF,
- spoľahlivú a bezpečnú prevádzku s ohľadom na rozmiestnenie komponentov systému, prevádzkovú kontrolu, prehliadky, údržbu a výmenu filtračných materiálov,
- radiačne bezpečnú prevádzku všetkých komponentov systému.

Spolu s ostatnými spolupracujúcimi technologickými systémami zabezpečuje ČS, systém dostatočne nízku aktivitu plynných ra-látok v okruhoch a zariadeniach technológie JE za podmienok dodržania požadovanej úrovne jadrovej a radiačnej bezpečnosti. Zároveň sa tým zabezpečuje, že plynné výpuste budú pod úrovňou prevádzkových limitov.

### 6.7.4.3.2 Systém spaľovania vodíka

#### 6.7.4.3.2.1 Opis systému

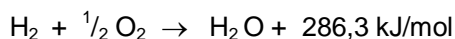
##### 6.7.4.3.2.1.1 Účel a funkcia systému

Vodík vzniká rádiolýzou vodného roztoku čpavku NH<sub>4</sub>OH, príp. tepelným rozkladom hydrazínu N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Tieto reagenty sú dávkované do chladiva I.O. v závislosti od prevádzkového režimu bloku za účelom udržania povolenej koncentrácie kyslíka (chemické odplynenie). V technologických komponentoch, ktoré majú voľný objem (kompenzátor objemu, barbotážna nádrž, odplynovač, nádrž organizovaných únikov, chladič organizovaných únikov, NNK), vodík preniká nad hladinu chladiva a v týchto priestoroch sa akumuluje.

Systém spaľovania vodíka je určený k oksyľičovaniu vodíka, ktorý sa tvorí pri odplynovaní chladiva I.O., pri prevetrávaní barbotážnej nádrže kompenzátoru objemu dusíkom a pri prevetrávaní nádrže a chladiča organizovaných únikov.

Základnou funkciou systému je spaľovanie vodíka v kontaktnom aparáte, kde na katalyzátore dochádza k spaľovaniu vodíka. Ostatné komponenty systému zabezpečujú optimálne podmienky pre činnosť katalyzátora.

Spaľovanie vodíka prebieha podľa reakcie:



Systém spaľovania vodíka je blokový systém.

Systém spaľovania vodíka je zaradený medzi vybrané zariadenia. Je to systém so vzťahom k bezpečnosti. Základnou bezpečnostnou funkciou systému je zabrániť vzniku neprípustnej koncentrácie vodíka v plynnej zmesi z technologických odvzdušnení a bezpečný odvod tejto zmesi do čistiacej stanice technologických odvzdušnení.

#### 6.7.4.3.2.1.2 Funkčnosť systému a prevádzkové režimy

##### 6.7.4.3.2.1.2.1 Popis činnosti systému spaľovania vodíka

Základnou časťou každej trasy je cirkulačný obvod, ktorý zahŕňa chladič plynovzdušnej zmesi, odlučovač vlhkosti, tlmiace nádrže, dúchadlá, elektrický ohrievač a kontaktný aparát. V tomto obvode cirkuluje cca. 200 m<sup>3</sup>/h dusíku. Okrem toho sú do neho privádzané:

- paroplynná zmes z barbotážnej nádrže KO (2 m<sup>3</sup>/h),
- zmes plynov z nádrže a chladiča organizovaných únikov, výstup z odplynovača chladiva I.O. a chladiča paroplynnej zmesi (nekondenzovateľné plyny - N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> a RVP). Pre odplynovanie chladiva I.O slúžia:
  - odplynovač dopĺňovania, ktorým sa odplynújú organizované úniky chladiva I.O., t.j. chladivo odpúšťané pri rôznych režimoch bórovej regulácie
  - odplynovač bórovej regulácie, ktorý okrem iného (ohrev a odplynenie čistého kondenzátu) zabezpečuje riedenie a odvod plynov, uvoľnených pri odplynení.

Paroplynná zmes z odplynovačov chladiva I.O. je vedená do chladiča paroplynnej zmesi. Výstup z tohto chladiča je vedený do chladiča plynov, kde nastáva miešanie s dusíkom cirkulačného okruhu.

Nekondenzovateľné plyny sa miešajú spolu s dusíkom v chladiči plynov.

V chladiči plynov sa znižuje teplota média v cirkulačnom okruhu na teplotu, ktorá je potrebná pre normálnu prevádzku dúchadiel systému. Z chladiča plynov postupuje zmes nekondenzovaných plynov cez odlučovač vlhkosti do vyrovnávacích nádrží, ktoré tlmia rázy, vznikajúce v cirkulačnom okruhu (zabezpečujú tým normálnu činnosť systému merania a regulácie). Pred vstupom do dúchadla je do zmesi pridávaný O<sub>2</sub>, pre reakciu oxidácie H<sub>2</sub>. Vo vetve je dvojica dúchadiel - jedno pracovné, druhé rezervné. Dúchadlom sa zmes plynov dopravuje do elektrického ohrievača a ďalej do kontaktného aparátu. Pre zaistenie dokonalého spaľovania je v trase zaradený elektrický ohrievač, ktorým je udržiavaná teplota spracovávanej plynovzdušnej zmesi pred vstupom do kontaktného aparátu na hodnote 130 °C. Navyše je katalyzátor predhrievaný, vo vnútri kontaktného aparátu sa udržiava teplota 120 ÷ 140 °C.

Do systému je zaústený zberný kolektor z analyzátorov H<sub>2</sub>, inštalovaných v HVB na meranie koncentrácie vodíka pod vekom reaktora, v paroplynnej zmesi z barbotážnej nádrže KO a v zmesi na výstupe kontaktných aparátov systému. Okrem toho je pred vstupom na elektrické ohrievače inštalované meranie koncentrácie kyslíka a vodíka.

Z chladičov a odlučovačov vlhkosti systému je kondenzát drenážovaný do nádrží hydrouzáverov.

Spúšťanie systému spaľovania z chladného stavu vyžaduje pomerne dlhý čas. Na potrubíach, zariadeniach i samotnom katalyzátore dochádza ku kondenzácii. Kondenzát môže spôsobiť nedokonalé spaľovanie.

Pre optimálne podmienky katalytickej reakcie spaľovania je dôležité, že teplota v kontaktnom aparáte vzrastá na úkor uvoľňovania tepla.

##### 6.7.4.3.2.1.2.2 Prevádzkové režimy systému spaľovania vodíka

Systém má projektom definované prevádzkové stavy:

- nominálny režim prevádzky,
- abnormálny režim prevádzky.

V týchto prevádzkových režimoch zabezpečuje systém spaľovania vodíka svojou činnosťou nasledujúce stavy reaktorového bloku:

- nominálny režim (blok je na výkone) - popis činnosti systému je v kap. 6.7.4.3.2.1.2.1,
- pred spustením reaktoru - pred nábehom na požadovanú výkonovú hladinu - systém je v nominálnom režime,
- pri nábehu - činnosť systému je rovnaká ako v jeho nominálnom režime,
- pred začiatkom plánovanej odstávky bloku - činnosť systému je rovnaká ako v jeho nominálnom režime,
- pri plánovanom odstavení reaktorového bloku - činnosť systému je rovnaká ako v jeho nominálnom režime.

#### 6.7.4.3.2.1.2.2.1 Nominálny režim systému

Spôsob prevádzky systému pri rôznych režimoch bloku sa nelíši. Pri nominálnom prevádzkovom režime systému je v činnosti jeden z dvoch rovnocenných a vzájomne zastupiteľných systémov. V prípade výpadku určitého zariadenia alebo celej linky je operátorom spúšťaná zálohová linka. Nedochoádza teda k odstaveniu reaktorového bloku.

Plynná zmes je z cirkulačného okruhu vedená do chladiča a ďalej potrubím do systému čistenia technologického odzdušnenia. Objem tejto plynnej zmesi je rovný objemu všetkých vstupných zdrojov do systému (BN kompenzátora objemu, nádrž a chladič organizovaných únikov, odplynovače).

#### **Režim spúšťania (nábehu) systému**

Režim spúšťania má za cieľ uvedenie systému do pohotovostného stavu a následne do prevádzky. Do pohotovostného stavu sa uvádzajú súčasne obidve vetvy (podsystemy). Po zaistení východzieho stavu (ukončené montáže a opravy, skúšky a revízie zariadení) je systém plnený dusíkom. Konečný stav tohto režimu je charakterizovaný nasledujúcim stavom:

- oba podsystemy sú naplnené dusíkom,
- v prevádzke je systém merania a signalizácie,
- v prevádzke sú blokady a elektrické pohony - majú zaistené napájanie,
- všetky armatúry oboch trás sú uzatvorené.

Následne je zvolená vetva uvedená do prevádzkového stavu, druhá zostáva v stave horúcej rezervy.

#### **Režim systému pri nábehu reaktorového bloku**

Pred nábehom reaktorového bloku sú funkcie systému rovnaké ako v nominálnom režime. Do cirkulačného okruhu zatiaľ neprichádza plynná zmes z BN kompenzátora objemu (v tejto fáze zatiaľ nie je v prevádzke). Privádzaná je paroplynná zmes z nádrže a chladiča organizovaných únikov.

Pri nábehu reaktorového bloku je systém spúšťaný pred náhrevom odplynovačov chladiča I.O..

#### **Režim systému pri odstavovaní reaktorového bloku**

Pred začiatkom a v priebehu plánovanej odstávky reaktorového bloku je systém prevádzkovaný ako v nominálnom režime. Systém môže byť odstavený až po dochladení reaktorového bloku - po ukončení odplynovania chladiča I.O.

#### 6.7.4.3.2.1.2.2.2 Abnormálna prevádzka systému

Abnormálnym režimom systému spaľovania vodíka je výpadok pracovnej aj záložnej linky. V takomto prípade je primárny okruh prevádzkyschopný počas cca. 16 hodín - podľa koncentrácie vodíka. Po tomto časovom intervale musí byť blok odstavený.

V prípade seizmickej udalosti sa systém spaľovania vodíka neodstavuje, ale prívod prevádzkových plynov  $N_2$  a  $O_2$  sa z centrálného (stabilného) rozvodu prepína na dodávku z náhradných tlakových fliaš. Prepnutie na náhradný zdroj plynov je vyžadovaný tým, že potrubia stabilného centrálného rozvodu NT plynov  $N_2$  a  $O_2$  nemajú seizmickú klasifikáciu. Náhradný zdroj týchto plynov je tvorený dvojicou tlakových fliaš.

#### 6.7.4.3.2.1.3 Systém kontroly a riadenia systému

##### 6.7.4.3.2.1.3.1 Riadenie a kontrola systému

V systéme je implementované manuálne a automatické riadenie a regulácia. V logických komponentoch systému sú generované regulačné a blokovacie signály. Nimi je zabezpečované plnenie prevádzkových podmienok, vyplývajúcich z požiadaviek správnej a bezpečnej prevádzky systému.

Manuálne je systém ovládaný z BD. Obsluha v BD uskutočňuje sekvenciu činností, ktorými sa:

- kontroluje príprava systému na spustenie (východiskový stav),
- systém uvádza do stavu pohotovosti,
- systém uvádza do prevádzky,
- realizuje kontrola parametrov a správneho chodu zariadenia,
- odstavujú podsystémy z prevádzky, v dôsledku nenominálnych stavov (odovzdanie do opravy, pri poruchách systému ...),
- opätovne sa spúšťajú podsystémy po odstránení porúch a závad.

Jedna z dvoch liniek systému je pracovná, druhá je v horúcej rezerve. Pri voľbe pracovnej linky sa otvárajú armatúry, ktoré umožňujú prietok prevádzkovej plynnej zmesi v cirkulačnom okruhu, príp. odvod kondenzátu do nádrže hydrouzáveru.

Automaticky sú regulované kritické prevádzkové parametre systému. K tomu sú v systéme integrované meracie kanály a regulačné prvky, ktorými sa zabezpečujú

– **požadované objemové prietoky prevádzkových a spracovávaných médií:**

- paroplynnej zmesi z BN kompenzátora objemu,
- kyslíka, privádzaného do cirkulačného okruhu na sanie dúchadiel - pred kontaktný aparát. Riadenie prietoku zabezpečuje regulačný ventil.
- na prevetrávanie nádrže a chladiča organizovaných únikov  
Regulačným ventilom je v spätnej vetve cirkulačného okruhu (t.j. za kontaktným aparátom - po katalytickom spaľovaní  $H_2$ ) nastavený taký hydraulický odpor, že časť plynnej zmesi cirkulačného okruhu je vedená do nádrže a chladiča organizovaných únikov a prevetráva ich. Po prechode nádržou a chladičom je plynná zmes s potenciálnou prítomnosťou  $H_2$  vedená späť do systému spaľovania vodíka.
- na prevetrávanie odplynovača

- dusíku na upchávky dúchadiel  
Privádzaným dusíkom sa eliminujú netesnosti dúchadiel. Napriek tomu, že dúchadlá sú umiestnené v neobsluhovaných priestoroch KP, zabraňuje sa tým šíreniu RVP v prevádzkových priestoroch, ale tiež do ŽP (cez príslušnú vzduchotechniku).
- **optimálne prevádzkové podmienky médií a zariadení systému**
  - meranie prietoku plynnej zmesi cez kontaktný aparát, sledovaná podmienka pre spustenie ohrievača: prietok v cirkulačnej slučke,
  - meranie teplôt plynnej zmesi pred vstupom na ohrievač,
  - meranie teploty plynu cirkulačnej slučky pred vstupom do kontaktného aparátu,
  - teplota v kontaktnom aparáte a teplota na plášti kontaktného aparátu. Tieto merania sledujú podmienky pre jeho spustenie, resp. odstavenie.
- **sledovanie kritického prevádzkového parametru systému**
  - koncentrácia H<sub>2</sub> pred elektrickým ohrievačom,
  - koncentrácia H<sub>2</sub> na výstupe katalyzátora.
- **kontrola výstupu zo systému**  
Meranie teploty a prietoku plynnej zmesi vedenej do systému. Hodnota prietoku dáva informáciu o objemovom príspevku k potenciálnemu úniku RVP do ŽP.
- **merania prevádzkových teplôt médií a zariadení systému**  
Meranie teplôt a tlakov vo vybraných bodoch technologických okruhov systému poskytuje informácie o správnej prevádzke, resp. o odchýlkach od nej, jednotlivých komponentov systému.
- **merania hladiny kondenzátu**  
Ide o merania v zariadeniach:
  - odlučovač vlhkosti,
  - chladič plynu,  
**Poznámka:** Odvodné potrubia kondenzátu z odlučovača vlhkosti a chladiča plynu sú trvale otvorené. Merania hladiny poskytujú informáciu o tom, že odvod kondenzátu je funkčný. Zároveň dáva informáciu aj o tesnosti systému chladenia v chladiči plynu ( z okruhu TVD).
  - nádrž - hydrouzáver, dáva informáciu o tom, že hydrouzáver je zavodený na požadovanú hladinu. Kondenzát z hydrouzáveru sa odvádza do nádrže organizovaných únikov.

V systéme sú inštalované armatúry, ktoré umožňujú automatický prechod na doplňovanie prevádzkových plynov H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> z náhradných zdrojov (kap. 6.7.4.3.2.1.2.2) v prípade indikácie seizmickej udalosti.

#### 6.7.4.3.2.1.3.2 Požiadavky na meraciu techniku

Meracie prístrojové vybavenie, inštalované na systéme, zaisťuje kontrolu parametrov médií v jednotlivých okruhoch a parametre technologických komponentov systému:

- prevádzkových teplôt plynnej zmesi v cirkulačných okruhoch oboch podsystémov systému spaľovania vodíka,
- prevádzkových teplôt a tlaku v jednotlivých technologických komponentoch,
- prietoku a tlaku v systéme doplňovania N<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> do systému,
- prevádzkového prietoku v cirkulačných okruhoch oboch podsystémov,
- koncentráciu H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> v cirkulačných okruhoch.

Signály z týchto meraní vstupujú do regulačných, signalizačných a blokovacích obvodov systému. Charakter týchto veličín (vzhľadom na plnenie podmienok správnej a bezpečnej prevádzky) vyžaduje prevádzku meracích kanálov systému v plnom rozsahu.

#### 6.7.4.3.2.1.4 Väzby systému s inými technologickými systémami

#### 6.7.4.3.2.1.5 Elektrické napájanie

Základné a spoločné princípy riešenia rozvodov vlastnej spotreby elektrickej energie JE sú uvedené v [I.1]. Ide o ventily s elektropohonom, regulátory riadenia, dýchadlá, elektrické ohrievače vzduchu a kontaktné aparáty. Pre jednotlivé elektrospotrebiče sú uvedené požiadavky:

- bezpečnostná trieda napájania,
- trieda zaisteného napájania,
- seizmická odolnosť napájania,
- spoľahlivosť napájania (DUL-T).

Uvedené sú tiež parametre ich napájania: menovité napätie (3AC/50Hz), menovitý výkon/ prúd.

#### 6.7.4.3.2.1.6 Konštrukcia a zloženie systému

##### 6.7.4.3.2.1.6.1 Zostava systému spaľovania vodíka

Každý reaktorový blok má jeden systém spaľovania vodíka. Tvorený je dvomi nezávislými, vzájomne zameniteľnými podsystémami. V ďalšom texte je popis systému spaľovania vodíka pre 3.. Pre štvrtý blok je určený rovnaký systém.

##### 6.7.4.3.2.1.6.2 Dispozičné riešenie systému

##### 6.7.4.3.2.1.6.3 Popis a prevádzkové charakteristiky hlavných komponentov systému

#### Chladič parovzdušnej zmesi

Paroplynná zmes vstupuje do medzitrubkového priestoru chladiča v spodnej časti chladiča cez hrdlo DN80. Rovnakým hrdlom vystupuje v hornej časti chladiča. Vstup technickej chladiacej vody je zhora hrdlom DN50, výstup je zdola cez hrdlo DN50. Podstatné technické parametre chladiča sú uvedené v Tabuľka 6.7.4.3-1.

**Tabuľka 6.7.4.3-1 Vybrané technické parametre chladiča parovzdušnej zmesi**

	Priestor	
	Medzitrubkový	Trubkový
Pracovný tlak	0,12 MPa(abs)	0,35 MPa(abs)
Teplota: - na vstupe	104 °C	33 °C
- na výstupe	60 °C	50 °C
Médium	paroplynná zmes	technická voda
Prietok	cca. 130 kg/h (188 m <sup>3</sup> /h)	16 915 kg/h (17 m <sup>3</sup> /h)
Objem	0,034 m <sup>3</sup>	0,009 m <sup>3</sup>



	Priestor	
	Medzitrubkový	Trubkový
Max. tlak na vstupe	0,12 MPa(abs)	0,6 MPa(abs)
Max. prac. teplota	104 °C	38 °C
Aktivita	3,7.10 <sup>11</sup> Bq/m <sup>3</sup>	
Teplo výmenná plocha	2 m <sup>2</sup>	

### Chladič plynov

Chladič je rúrkový tepelný výmenník horizontálneho typu. Skladá sa z nosného rámu s dvomi chladiacimi sekciami. Obe sú navzájom prepojené. Do sekcií sú zabudované trubky, tvoriace trubkový priestor chladiča. Vstup a výstup chladiacej vody je v čelnej strane (v horizontálnom smere) cez hrdlo DN80. Vstup a výstup plynov je vo vrchnej časti tiež hrdlom DN80 (vo vertikálnom smere). Technické parametre chladiča sú uvedené v Tabuľka 6.7.4.3-2.

**Tabuľka 6.7.4.3-2 Vybrané technické parametre chladiča plynov**

	Priestor	
	medzitrubkový	Trubkový
Pracovný tlak	0,12 MPa(abs)	0,37 MPa(abs)
Teplota na vstupe	260 °C	33 °C
Teplota na výstupe	40 °C	50 °C
Médium	plynná zmes	TVD
Prietok	cca. 243 kg/h	16 915 kg/h (17 m <sup>3</sup> /h)
Objem	0,13 m <sup>3</sup>	0,12 m <sup>3</sup>
Max. prac. tlak na vstupe	0,117 MPa(abs)	0,6 MPa(abs)
Aktivita	3,7.10 <sup>11</sup> Bq/m <sup>3</sup>	-
Teplovýmenná plocha	4 m <sup>2</sup>	
Materiál	Nerezová oceľ tr. 17 248	

### Odlučovač vlhkosti

Tvorený je valcovou nádobou  $\phi$  400 mm a výškou 640 mm. Vo vrchnej časti sú hrdlá DN80 pre vstup a výstup plynnej zmesi. V spodnej časti je hrdlo DN15 pre odvod kondenzátu. Technické parametre odlučovača vlhkosti sú zhrnuté v Tabuľka 6.7.4.3-3.

**Tabuľka 6.7.4.3-3 Vybrané technické parametre odlučovača vlhkosti**

Médium	plynná zmes
Množstvo	cca 330 kg/h
Pracovný tlak	0,12 MPa(abs)
Pracovná teplota	40 °C
Výpočtový tlak	1,0 MPa(abs)

Výpočtová teplota	40 °C
Objem	0,063 m <sup>3</sup>

### **Tlmiaca nádrž**

Je to valcová stojatá nádoba  $\phi$  1 500 mm. Vstup plynu do nádrže je v spodnej časti vo výške 1200 mm cez hrdlo DN80, výstup plynu je rovnakým hrdlom v osi horného veka nádrže. Odvod kondenzátu je hrdlom DN15 v osi dna nádoby. Technické parametre nádrže sú uvedené v Tabuľka 6.7.4.3-4.

**Tabuľka 6.7.4.3-4 Vybrané technické parametre tlmiacej nádrže**

Pracovný objem nádrže	4,5 m <sup>3</sup>
Pracovné médium	plynná zmes
Pracovný tlak média	0,117 MPa(abs)
Pracovná teplota média	40 °C
Max. tlak média	0,3 MPa(abs)
Max. teplota média	60 °C

### **Dúchadlá**

Najdôležitejšie technické parametre dúchadla sú uvedené v Tabuľka 6.7.4.3-5

**Tabuľka 6.7.4.3-5 Vybrané technické parametre dúchadiel**

Typ	Kaeser OMEGA BB 88BG-GRD
Pracovné médium	plynná zmes + dusík
Výkonnosť na výtlaku	254 m <sup>3</sup> /h
Výpočtový rozdiel tlakov	50 kPa(a)
Max. stupeň zvýšenia tlaku	2
Teplota : na vstupe	40 °C
na výstupe	81 °C
Typ elektromotora	1LA91312KA60-Z
Počet otáčok el. motora	2929 ot/min.
Napätie el. motora	400 V
Výkon el. motora	7,5 kW

### **Elektrický ohrievač**

Elektrický ohrievač je tvorený trubkou  $\phi$  89x4 mm v tvare U, dĺžky 4 655 mm. Na povrchu trubky sú upevnené dve elektrické výhrevné telesá  $\phi$  145 mm (jedna špirála je záložná). Plynná zmes s dusíkom prúdi trubkou a tým je vyhrievaná na 130 °C. V Tabuľka 6.7.4.3-6 sú uvedené podstatné technické charakteristiky.

**Tabuľka 6.7.4.3-6 Vybrané technické parametre elektrického**

Typ ohrievača	802/KRC-Eex-12 T
Výkon	12 kW
Napájacie napätie	400 V
Počet fáz	3
Ohrievané médium	plynná zmes
Prietočné množstvo	do 300 kg/h (250 m <sup>3</sup> /h)
Teplota média na vstupe	cca 81 °C
Teplota média na výstupe	150 °C
Max. tlak média na vstupe	0,12 MPa(abs)
Teplovýmenná plocha	2,236 m <sup>2</sup>
Hmotnosť ohrievača	86 kg

### Kontaktný aparát

Kontaktný aparát je tvorený vonkajšou a vnútornou valcovou nádobou. Na vonkajšej nádobe je v kryte umiestnené výhrevné teleso. Vnútorná nádoba je umiestnená vo vonkajšej, obe sú upevnené na spoločnej trubke, ktorá fixuje ich vzájomnú polohu. Vo vnútornej nádobe je katalyzátor - typ SPK-Z (rozmer granúl 4 ÷ 6 mm). Základné technické parametre sú v Tabuľka 6.7.4.3-7.

**Tabuľka 6.7.4.3-7 Vybrané technické parametre kontaktného**

Teplovýmenná plocha	0,6 m <sup>2</sup>
Výkon	4,5 kW
Napätie	380 V
Objem	0,066 m <sup>3</sup>
Pracovné médium	plynná zmes
Prietok pracovného média	do 300 m <sup>3</sup> /h (< 0,39 t/h)
Pracovná teplota	120 až 140 °C
Pracovný tlak	0,12 MPa(abs)
Výstupná prevádzková teplota	260 °C
Hmotnosť zariadenia	450 kg

### Chladič plynov

Chladič plynov je vertikálneho typu, tvorený telesom - trúbkou (ϕ 219x10 mm, s dĺžkou 630 mm), ktorá je uzavretá dolným a horným vekom. K telesu je navarený plášť ϕ 280 mm. Plášť má v dolnej časti hrdlo DN25 pre vstup chladiacej vody, rovnaké hrdlo je pre výstup v hornej časti plášťa. Hrdlo DN15 na dne telesa je určené na drenáž z priestoru valcovej časti chladiča. Technické parametre chladiča plynov sú uvedené v Tabuľka 6.7.4.3-8.

**Tabuľka 6.7.4.3-8 Vybrané technické parametre chladiča plynov**

	Priestor	
	medzitrubkový	trubkový

	Priestor	
	medzitrubkový	trubkový
Pracovné médium	zmes plynov	TVD
Max. pracovný tlak média na vstupe	0,12 MPa(abs)	0,37MPa(abs)
Teplota: - na vstupe	260 °C	24 °C
- na výstupe	30 °C	-
Prietok pracovné média	13 kg/h	2 m <sup>3</sup> /h (1990 kg/h)
Menovitý objem	0,02 m <sup>3</sup>	0,01 m <sup>3</sup>
Teplota výmenná plocha	0,44 m <sup>2</sup>	
Hmotnosť chladiča	117 kg	

### Nádrž - hydrouzáver

Tvorená je vertikálnou valcovo nádržou ( $\phi$  500 mm, výška 1930 mm). V osi dna nádrže je vyprázdňovacie hrdlo DN15, vo výške cca 250 mm od vrchu nádoby je hrdlo DN15, ktorým sa nádrž plní kondenzátom. V Tabuľka 6.7.4.3-9 sú základné technické parametre nádrže.

**Tabuľka 6.7.4.3-9 Vybrané technické parametre nádrže - hydrouzáveru**

Pracovný objem zariadenia	0,175 m <sup>3</sup>
Médium	Kondenzát
Pracovný tlak média	hydrostatický
Pracovná teplota	104 °C
Max. pracovný tlak média	Hydrostatický
Max. prac. teplota	200 °C
Hmotnosť prázdnej nádrže	190 kg

### Oceľové tlakové fľaše s dusíkom

Tieto tlakové fľaše tvoria zásobu dusíka pre činnosť systému spaľovania vodíka v havarijných podmienkach (zlyhanie stabilného centrálného rozvodu). Základné technické parametre sú uvedené v Tabuľka 6.7.4.3-10.

**Tabuľka 6.7.4.3-10 Základné technické parametre oceľových tlakových fliaš s dusíkom**

Objem	40 l
Plniaci tlak	14,7 MPa
Pracovná teplota	30 °C

### Oceľové tlakové fľaše s kyslíkom

Tieto tlakové fľaše tvoria zásobu dusíka pre činnosť systému spaľovania vodíka v havarijných podmienkach (zlyhanie stabilného centrálného rozvodu). Základné technické parametre sú uvedené v Tabuľka 6.7.4.3-11.

**Tabuľka 6.7.4.3-11 Základné technické parametre ocelových tlakových fliaš s kyslíkom**

Objem	40 l
Plniaci tlak	14,7 MPa
Pracovná teplota	30 °C

### 6.7.4.3.2.2 Technické hodnotenie projektu systému

#### 6.7.4.3.2.2.1 Konceptia projektového riešenia systému spaľovania vodíka

Základnou požiadavkou na projektové riešenie je trvalá, spoľahlivá a bezpečná prevádzka. Konceptia projektového riešenia má zabezpečiť plnenie požiadaviek JB [II.6]<sup>46</sup> a tiež RO na oboch reaktorových blokoch MO34. Spoľahlivá realizácia bezpečnostných funkcií je v projekte zabezpečovaná:

- implementáciou požiadaviek zálohovania v systéme,
- priestorovým rozmiestnením jednotlivých zariadení systému v oddelených miestnostiach,
- požiadavkami na riešenie technologických väzieb systému (spolupracujúcich systémov),
- návrhom prvkov riadenia a kontroly spoľahlivej a bezpečnej prevádzky systému.

K základným rysom koncepcie patrí:

- bezpečný prívod spracovávanej plynovzdušnej zmesi zo zdrojov (kap. 6.7.4.3.2.1.2.1) do blokových systémov - zariadenia a potrubné trasy systému tvoria bariéru proti šíreniu RAL do pracovného prostredia,
- plnenie požiadaviek, vyplývajúcich z bezpečnostnej klasifikácie,
- spoľahlivá a bezpečná prevádzka systému v požadovaných režimoch reaktorových blokov (kap. 6.7.4.3.1.1.1),
- konštrukčné vyhotovenie - konštrukcia systému je určovaná podmienkami transportu, montáže a údržby (vrátane nevyhnutných zdvíhacích prostriedkov),
- požiadavky na odťahovú vzduchotechniku v priestoroch s komponentmi systému,
- riadenie a kontrola systému,
- klasifikácia spolupracujúcich systémov (a z nej vyplývajúce kvalifikačné požiadavky) nevyhnutných pre prevádzku systému spaľovania vodíka,
- vysoké nároky na spoľahlivosť prevádzky,
- vysoké nároky na kvalitu výroby, montáže, programu kontroly a skúšok a prevádzkovej kontroly.

#### 6.7.4.3.2.2.2 Požiadavky na vybrané zariadenia

Požiadavky na vybrané zariadenia sú uvádzané v príslušných plánoch kvality. Sú vypracované revízie IPZK pre klasifikované zariadenia. Pre všetky klasifikované zariadenia systému je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňajú požiadavky definované v týchto plánoch kvality. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadovoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky. Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD.

<sup>46</sup> všeobecné požiadavky na projekt JZ a osobitné požiadavky na projekt JZ s jadrovým reaktorom

#### **6.7.4.3.2.2.3 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť**

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou STD.

#### **6.7.4.3.2.2.4 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií**

##### *6.7.4.3.2.2.4.1 Prevádzkyschopnosť systému počas normálnej prevádzky a počas a po havárii.*

Prevádzka systému spaľovania vodíka je požadovaná počas normálnej prevádzky reaktorového bloku. Jej prevádzka počas havárie a po havárii sa v projektovom riešení neuvažuje.

##### *6.7.4.3.2.2.4.1 Kritérium jednoduchej poruchy*

Nie je požadované plnenie kritéria jednoduchej poruchy.

##### *6.7.4.3.2.2.4.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou*

Nie je požadované plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou.

##### *6.7.4.3.2.2.4.3 Bezpečnostné charakteristiky systému spaľovania vodíka*

Základnou bezpečnostnou funkciou systému spaľovania vodíka je zabránenie tvorby výbušnej zmesi riadením koncentrácie vodíka v plynovzdušnej zmesi, odsávanej z technologických odvodu a nádrže a chladiča organizovaných únikov. Okrem toho zaisťuje bezpečný odvod RVP do systému ČS technologických odvodu, t.j. realizuje bezpečnostnú funkciu - izoláciu vznikajúcich rádioaktívnych látok od pracovného prostredia [II.6]. Tvorí súčasť bariéry proti šíreniu rádioaktívnych látok do priestorov HVB.

Pre systém je vyžadovaná:

- trvalá schopnosť plnenia uvedených bezpečnostných funkcií počas všetkých prevádzkových režimov reaktorových blokov (1 až 7). Systém nie je určený pre prevádzku v havarijných podmienkach,
- seizmická odolnosť - zachovanie vlastnej mechanickej integrity (hermetičnosti), čiastkové poruchy funkčnej spôsobilosti sú možné až do úrovne maximálneho výpočtového zemetrasenia.

#### **6.7.4.3.2.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému**

##### **Kvalifikačné požiadavky**

- klimatické podmienky - Pri výbere jednotlivých komponentov systému sú rešpektované požiadavky priestorov, v ktorých majú byť inštalované.
- požiadavky na seizmickú odolnosť - vychádzajú zo seizmickej klasifikácie systému. Konštrukcia, použité materiály a spôsob inštalácie komponentov systému zodpovedajú požiadavkám seizmickej odozvy.

Klimatické aj seizmické parametre jednotlivých komponentov systému sú uvedené v príslušných údajových listoch týchto zariadení.

V preukaznej dokumentácii sú uvádzané vstupné parametre jednotlivých komponentov systému (v literatúre sú uvádzané iba pre 3. blok, systémy KPL sú typovo zhodné pre 3. aj 4. blok): výpočtové zaťaženie, prevádzkové zaťaženie, zaťaženie spôsobené seizmickými účinkami, normálne prevádzkové podmienky a určujúce parametre pre ich skúšky. Na základe týchto deklarácií boli uskutočnené návrhové a kontrolné pevnostné výpočty. Procesné výpočty pre chladiče systému potvrdzujú parametre návrhovej špecifikácie.

## **System kvality**

Pre všetky komponenty boli spracované požiadavky na kvalifikáciu zariadení<sup>47</sup>, čím sú preukázané a dokladované schopnosti plniť požadované bezpečnostné funkcie stanovené projektom vo všetkých prevádzkových stavoch predpokladaných projektom v priebehu celej životnosti zariadení.

Pre všetky klasifikované zariadenia je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušnom pláne kvality konkrétneho komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

### **6.7.4.3.2.2.6 Hodnotenie koncepcie projektového riešenia systému spaľovania vodíka**

Koncepcia projektového riešenia systému spaľovania vodíka podporuje spoľahlivé plnenie jeho bezpečnostných funkcií technickými prostriedkami aj organizáciou prevádzky.

System spaľovania vodíka je projektovaný ako jedna z bariér proti šíreniu RAL do pracovného prostredia.

### **6.7.4.3.2.3 Spoľahlivosť systému**

Spoľahlivosť prevádzky systému je v projekte riešená:

- systémom kvality - kvalifikáciou zariadení,
- zabudovaním meracej techniky, ktorou sú sledované prevádzkové parametre jednotlivých komponentov systému a systému ako celku,
- výberom komponentov (materiálov a vyhotovením) tak, aby boli plnené kvalifikačné požiadavky,
- návrhom zostavy systému, ktorou sa minimalizuje dôsledok vzniku porúch a tiež šírenie porúch v rámci systému a optimalizuje sa údržba,
- kategóriou napájania elektrických spotrebičov systému zo zdrojov zálohovaného napájania príslušnej kategórie,
- príslušnou klasifikáciou (a tomu zodpovedajúcemu riešenie) spolupracujúcich technologických systémov (kap.6.7.4.3.2.1.4).

V súlade s koncepciou vykonávacieho projektu systému sú definované prevádzkové limity a technologické obmedzenia. Ich dodržiavaním je podmienkou spoľahlivej prevádzky systému.

### **Hodnotenie spoľahlivosti systému**

Prevádzková spoľahlivosť systému je nutným predpokladom pre zabezpečenie spoľahlivej realizácie bezpečnostnej funkcie (ako systému SSB). Koncepcia projektového riešenia podporuje plnenie bezpečnostnej funkcie technickými prostriedkami aj organizáciou prevádzky.

Spoľahlivosť systému je určená kvalitatívne na základe analýzy technických a organizačných prostriedkov obsiahnutých vo vykonávacom projekte, alebo vyplývajúcich z projektového riešenia.

### **6.7.4.3.2.3.1 Technické prostriedky pre realizáciu bezpečnostných funkcií systému**

#### **Zálohovanie v systéme**

Požiadavka zálohovania v systéme spaľovania vodíka vyplýva z potreby zaistenia funkčnej schopnosti.

<sup>47</sup> Vyhl.č.430/2011, par.2, bod j



Pre každý reaktorový blok má systém - navrhnuté dve funkčne identické linky (podsystemy) - recirkulačné slučky. Takéto riešenie podporuje vysokú spoľahlivosť prevádzky systému a tým aj trvalú normálnu a spoľahlivú prevádzku príslušného reaktorového bloku.

### **Rozmiestnenie systému**

Jednotlivé komponenty systému sú rozmiestnené v rôznych priestoroch (kap.6.7.4.3.1.1.1.1). Inštaláciou v oddelených priestoroch sa dosahuje minimalizácia pravdepodobnosti ovplyvnenia integrity ostatných technologických systémov JE aj zariadení systému navzájom.

Rozmiestnenie systému v rôznych priestoroch optimalizuje aj jeho údržbu a opravy.

### **Tesnosť systému**

Tesnosť systému spaľovania vodíka je dôležitá z hľadiska bariéry proti šírenia ra-látok do priestorov JE. Systém ako celok aj ich jednotlivé komponenty sú podrobované testu na tesnosť tlakovou skúškou. K upchávkam dúchadiel systému je zavedený rozvod NT dusíka. Vytvára pretlak a tým sú eliminované potenciálne úniky RVP v dúchadlách.

Projektové riešenie systému zahŕňa väzbu na vzduchotechniku, ktorá zabezpečuje odťah vzduchu z miestností s inštalovanými komponentmi systému spaľovania vodíka. Týmto sa aj v prípade straty integrity, resp. hermetičnosti systému zabráňuje šíreniu plyných RVP do pracovného prostredia. Tieto RVP sú do životného prostredia odvádzané kontrolovanou cestou - cez ventilačný komín.

### **Kontrola prevádzky systému**

Požiadavka prevádzkovej kontroly súvisí so zabezpečením funkčnosti a trvalej spoľahlivosti prevádzky systému. V systéme sú implementované prostriedky, pomocou ktorých je možné predchádzať stavom, ktoré sa odlišujú od nominálnej prevádzky ako . Zabezpečené je obsiahle meranie aj regulácia prevádzkových parametrov médií a zariadení systému (kap. 6.7.4.3.2.1.3).

### **Riadenie systému**

Väčšina zariadení systému spaľovania vodíka je inštalovaná v neobsluhovaných priestoroch KP. Preto príslušné koncové zariadenia meracích systémov sú inštalované v BD. V systéme kontroly a riadenia sú implementované funkcie automatického a manuálneho riadenia. Sledovanie a riadenie prevádzky (diaľkové meranie a riadenia) systémov uskutočňuje personál v BD.

Operátor má možnosť:

- riadiť potrebné sekvencie úkonov vo všetkých režimoch systému (kap. 6.7.4.3.2.1.2.2),
- voliť konfigurácie pracovnej a prevádzkovej linky.

### **Kvalifikačné požiadavky na systém**

Projektové riešenie systému zohľadňuje:

- klimatické podmienky

Pri výbere jednotlivých komponentov systému sú rešpektované požiadavky priestorov, v ktorých majú byť inštalované.

- požiadavky na seizmickú odolnosť

Systém spaľovania vodíka je projektovaný tak, aby plnil kvalifikačné požiadavky[I.1].

Kvalifikačné požiadavky zodpovedajú zaradeniu systému ako zostavy VZ do bezpečnostnej triedy. Projektovým riešením je zabezpečené plnenie týchto požiadaviek. V projekte systému sú zároveň

definované kvalifikačné požiadavky aj na iné technologické systémy, ktoré zabezpečujú jeho normálnu prevádzku (kap. 6.7.4.3.2.1.4).

### **Konštrukčné materiály**

V údajových listoch hlavných komponentov systému je uvedené, že sú vyrobené prevažne z ocele. U nich sa predpokladá styk so vzdušnou vlhkosťou, alebo kondenzátom. V dokumentoch sú uvedené projektové a funkčné požiadavky na materiál potrubí systému ako aj materiál armatúr. a tiež aj rozsah požadovanej dokumentácie (ako súčasť dodávky).

Statory dúchadiel sú vyhotovené zo sivej liatiny - EN-GJ5A- XNiCr 30-3 (DIN13835), rotory z ocele 1.4008 .

### **Vznik porúch a ich šírenie**

Vznik porúch v systéme je minimalizovaný trvalou kontrolou prevádzkových parametrov a tým včasnou identifikáciou poruchových stavov, resp. závad jednotlivých komponentov. Šírenie porúch, resp. závad zariadení v rámci jednej linky systému, ktoré môžu vzniknúť ako dôsledok závady iného kritického zariadenia<sup>49</sup> je eliminované sledovaním parametrov prevádzky a včasným zákrokom operátora a údržby.

Dve linky systému sú nezávislé, bez spoločných (styčných) komponentov, okrem spolupracujúcich systémov. Spoločné majú aj potrubné privody zdrojov plynovzdušnej zmesi. Tieto spoločné časti systému môžu byť príčinou poruchy (s nízkou pravdepodobnosťou výskytu), ktorú nemožno riešiť prechodom na rezervnú linku.

### **Riešenie havarijných stavov**

Systém nie je určený na prevádzku v havarijných stavoch reaktorového bloku. V prípade havárie sa odstavujú zdroje plynovzdušnej zmesi do systému. Zabezpečuje sa tým tesnosť 3. bariéry (HZ), ktorá je požadovaná v prípade havarijnej situácie.

---

<sup>49</sup> napr. porucha chladičov plynovzdušnej zmesi, ktoré zabezpečujú pracovné podmienky dúchadiel, môže vyvolať poruchu týchto dúchadiel

#### 6.7.4.3.2.3.2 Organizačné prostriedky prevádzky

Organizačnými prostriedkami (podporovanými projektovým riešením) môže prevádzkový personál trvale udržiavať vysokú úroveň spoľahlivosti prevádzky systémov. Patrí sem uskutočňovanie prevádzkových kontrol a realizácia špeciálnych požiadaviek na údržbu zariadení.

V priebehu prevádzky je:

- podľa spracovaného harmonogramu uskutočňovaná preverka automatík a funkcia rezervnej linky,
- uskutočňovaná periodická kontrola prevádzkovaných zariadení systémov a ich parametre, technologická tesnosť a neporušenosť zariadení a potrubných trás,
- uskutočňovaná plánovaná a preventívna údržba dúchadiel, armatúr, príslušných potrubných trás.

#### **Poznámka:**

Postup týchto činností je spracovaný v prevádzkovom predpise pre systém spaľovania vodíka.

#### 6.7.4.3.2.4 Bezpečnostné hodnotenie systému spaľovania vodíka

##### 6.7.4.3.2.4.1 Kritéria pre systém a ich plnenie

Projektové charakteristiky systému určujú pre prevádzku parametre médií a zariadení, ktoré limitujú normálnu prevádzku. K základným kritériám patrí objemová koncentrácia vodíka v recirkulačnej vetve systému.

Okrem týchto uvedených limitujúcich parametrov vyplývajú z projektových parametrov zariadení systému podmienky a obmedzenia pre normálnu prevádzku systému.

Dodržiavanie úrovní limitujúcich parametrov, podmienok a obmedzení zabezpečuje spoľahlivé plnenie bezpečnostných funkcií.

##### 6.7.4.3.2.4.2 Bezpečnostné hodnotenie systému spaľovania vodíka

###### 6.7.4.3.2.4.2.1 Funkčná schopnosť systému

V prevádzkovej linke sa znižuje koncentrácia vodíka riedením  $N_2$  (resp. preúfknutím linky zvýšenou koncentráciou  $N_2$ ). Ak nebolo súčasne prerušené odplynovanie chladiva I.O., zvyšuje sa v odplynovači koncentrácia vodíka. Potlačenie tvorby traskavej zmesi v odplynovači je možné opätovným pripojením odplynovača k prevádzkovej linke alebo jeho pripojením k rezervnej linke. Rýchlosť nábehu rezervnej linky je daná tým, že je trvale v režime horúcej rezervy (pohotovostného stavu).

V systéme sú zakomponované regulačné prvky (ventily a meracie čidlá), ktoré zabezpečujú, že v linke systému spaľovania vodíka bude dodržovaná predpísaná (limitovaná) hodnota koncentrácie vodíka.

V prípade krátkodobého výpadku dodávky  $O_2$  do systému je možný aj režim s prisávaním vzdušného kyslíka.

Požiadavky na prevádzky schopnosť systému pri poruchách sú uvedené v prevádzkovom predpise. Uvádzajú sa podmienky pre prevádzku a nutné dôsledky pre prevádzku pri poruche jednej, príp. oboch liniek systému.

#### 6.7.4.3.2.4.2 *Radiačná ochrana*

Projektové riešenie systému rešpektuje princípy a požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany. V recirkulačných slučkách systému sú inštalované odlučovače vlhkosti, v ktorých sa odlúčením vlhkosti môže redukovať aktivita aerosólovej formy RAL. Potenciálne rádioaktívny kondenzát je udržiavaný v uzavretom systéme: zdroj kondenzátu, drenážne potrubia v rámci systému, hydrouzáver, nádrž organizovaných únikov.

Zahrňuje technické a bezpečnostné opatrenia na kontrolu a zmiernenie možných rádiologických následkov úniku ra-látok. RB je zabezpečovaná:

- umiestnením príslušných zariadení v neobsluhovaných priestoroch,
- inštaláciou príslušných zariadení,
- vzduchotechnickým systémom.

#### 6.7.4.3.2.4.3 *Bezpečnosť práce*

Všeobecná bezpečnosť práce sa týka hlavne montážnych a demontážnych činností v rámci inštalácie a údržby zariadení systému. V projekte systému je uvažované využívanie zdvíhacích zariadení.

Pred uvedením do prevádzky musí byť montáž systému kompletná, tzn.:

- spoľahlivé dotiahnuté prírubových spojov (zabráni úniku médií a zraneniu personálu),
- namontovanie krytov rotujúcich častí zariadení,
- prekontrolovaná nezávadnosť elektrických ochrán,
- odstránenie cudzích predmetov z priestorov zariadení.

#### **6.7.4.3.2.4.3 Tvorba rádioaktívnych materiálov v systéme spaľovania vodíka**

V rámci riešenia poruchových stavov je v systéme spaľovania vodíka v priebehu prevádzky menený katalyzátor v kontaktnom aparáte (v prípade zníženia jeho schopnosti). Tento materiál môže byť kontaminovaný RAL.

Nakladanie s týmito materiálmi bude podliehať osvedčeným postupom, podľa platných prevádzkových predpisov pre nakladanie s rádioaktívnymi látkami.

#### **6.7.4.3.2.5 Celkové hodnotenie projektového riešenia systému spaľovania vodíka**

Projektové riešenie zabezpečuje:

- trvalú realizáciu príslušnej bezpečnostnej funkcie - zabrániť vzniku neprípustnej koncentrácie vodíka v plynnej zmesi z technologických odvzdušnení a bezpečný odvod tejto zmesi do čistiacej stanice technologických odvzdušnení,
- riadenie prevádzky systému s cieľom optimalizovať realizáciu BF,
- spoľahlivú a bezpečnú prevádzku s ohľadom na rozmiestnenie komponentov systému,
- prevádzkovú kontrolu, prehliadky, údržbu,
- radiačne bezpečnú prevádzku všetkých komponentov systému.

V projekte systému sú definované väzby a požiadavky na spolupracujúce technologické systémy, potrebné k jeho bezpečnej a spoľahlivej prevádzke.

**LITERATÚRA****I Dokumenty vo vlastníctve SE**

- [I.1] PpBS MO34, Kapitola 05.03 Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried, Technická správa, PNM34361021
- [I.2] PpBS Kapitola 06.04.04 „Systémy na odvod, odstraňovanie a riadenie koncentrácie rádioaktívnych látok, Technická správa, PNM34361043
- [I.3] PpBS Kapitola 11.2 „Zdroje ionizujúceho žiarenia, Technická správa, PNM34373965
- [I.4] PpBS MO34, Kapitola 06.06 Elektrické napájanie, Technická správa, PNM34361073

**II Všeobecne dosiahnuteľné dokumenty (normy, zákony)**

- [II.1] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, Bezpečnostný návod ÚJD SR, Bratislava, 2008
- [II.2] GS-G-4.1 Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series, Viedeň, 5/2004
- [II.3] Prevádzková bezpečnostná správa pre EDU I. blok, kapitola 4.2.1.9
- [II.4] Provozní předpisy, P 32, Odsávání a očistka technologického odvodu. Jaderná elektrárna Dukovany, 1988.
- [II.5] Zákon č.87/2018 Z.z. o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých
- [II.6] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 - o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť, Príloha č.1, Kritéria pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [II.7] Zákon NR SR č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [II.8] Predprevádzková bezpečnostná správa atómovej elektrárne V-1, Zväzok č.5, Jaslovské Bohunice 1978
- [II.9] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, Bezpečnostný návod ÚJD SR, Bratislava, 2014

**III Dokumenty vytvorené VUJE (nie sú v I. a II. skupine)**

- [III.1] Janečka, S., Pietrik, I.: Testovanie účinnosti oneskorovacích liniek, Jaderná energia, 37, (1991), č.9, s.341.
- [III.2] L. Wilhelmová, I. Pietrik, S. Janečka: Testovanie parametrov adsorpcie kryptónu a xenónu na rôznych typoch aktívneho uhlia československej výroby, Jaderná energia 35, 1989, č.3
- [III.3] L. Wilhelmová, E. Baldrianová: Základní dynamické parametry adsorpce kryptonu a xenonu na čs. typech aktivních uhlí, Výsk. Správa ÚDZ ČSAV 196/86, Praha 1986

- [III.4] Š. Ševečka: Analýza vlastností filtračných zariadení vzduchotechnických systémov hermetickej zóny JE v havarijných podmienkach, Štúdia v rámci projektu „Postupná rekonštrukcia JE V1, FTS 2.4.13 Filtrovaný venting, VUJE, a.s., 2005

**ZOZNAM TABULIEK**

Tabuľka 6.7.4.3-1 Vybrané technické parametre chladiča parovzdušnej zmesi .....	32
Tabuľka 6.7.4.3-2 Vybrané technické parametre chladiča plynov.....	33
Tabuľka 6.7.4.3-3 Vybrané technické parametre odlučovača vlhkosti .....	33
Tabuľka 6.7.4.3-4 Vybrané technické parametre tlmiacej nádrže .....	34
Tabuľka 6.7.4.3-5 Vybrané technické parametre dúchadiel .....	34
Tabuľka 6.7.4.3-6 Vybrané technické parametre elektrického.....	34
Tabuľka 6.7.4.3-7 Vybrané technické parametre kontaktného .....	35
Tabuľka 6.7.4.3-8 Vybrané technické parametre chladiča plynov.....	35
Tabuľka 6.7.4.3-9 Vybrané technické parametre nádrže - hydrouzáveru.....	36
Tabuľka 6.7.4.3-10 Základné technické parametre oceľových tlakových fliaš s dusíkom .....	36
Tabuľka 6.7.4.3-11 Základné technické parametre oceľových tlakových fliaš s kyslíkom.....	37