



## Technická správa

# Predprevádzková bezpečnostná správa

## Kapitola 06.04.02 Systém hermetického priestoru

**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/N	SEC. INDEX / INDEX utajenia	Company use/P
				Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie		Information Only / Len na informáciu		<small>The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.</small>
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 08		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	Plant Unit / Blok elektrárne	
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361041			A4	6.01	RS	Z	8	
 * P N M 3 4 3 6 1 0 4 1 0 8 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
				1	28				

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436104108_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 17.07.2019			
Kód citlivosti <sup>1)</sup> / Sensitivity code <sup>1)</sup>	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 17.07.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 17.07.2019	•	
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 17.07.2019	•	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 17.07.2019	•	

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

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

## Revision record / Záznam o revízii

<b>Identification /</b> <b>Identifikácia</b> (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavec)	<b>Brief description of modification /</b> <b>Stručná charakteristika úpravy</b> (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	<b>Reason of modification /</b> <b>Dôvod úpravy</b> (author company, number of comments or other stimulation, name of author, comment document No.) (firma autora a číslo pripomienky, resp. iný podnet, meno autora, č. dokumentu pripomienok)
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok ÚJD podľa Aarhuského výboru	• V súlade s dokumentom PNM34482979
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok SE	• Comment Sheet No. MO34-CS-N012-20190709-008
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

# 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.	• <b>Kapitola 06.04.02 Systém hermetického priestoru</b>	• PNM3436104108_S_C00_V	• 08
2.	• Kapitola 06.04.02 Systém hermetického priestoru	• PNM3436104108_S_C01_V	• 08
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

## OBSAH

OBSAH .....	1
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ .....	2
ÚVOD .....	3
6.4.2 Systém hermetického priestoru .....	4
6.4.2.1 Systémy znižovania tlaku a odvodu tepla z kontajmentu .....	4
6.4.2.1.1 Vzduchotechnika .....	4
6.4.2.1.2 Sprchový systém .....	5
6.4.2.1.2.1 Opis sprchového systému .....	5
6.4.2.1.2.1.1 Účel sprchového systému .....	5
6.4.2.1.2.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti sprchového systému .....	5
6.4.2.1.2.1.2.1 Bezpečnostne funkcie sprchového systému .....	6
6.4.2.1.2.1.2.2 Klasifikácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie .....	6
6.4.2.1.2.1.2.3 Konštrukcia a funkčnosť sprchového systému .....	7
6.4.2.1.2.1.2.4 Systémy, ktoré podporujú sprchový systém .....	9
6.4.2.1.2.1.2.5 Osobitné požiadavky na systém .....	9
6.4.2.1.2.1.2.6 Elektrické napájanie .....	9
6.4.2.1.2.1.2.7 Systém kontroly a riadenia .....	9
6.4.2.1.2.1.3 Činnosť obsluhy .....	9
6.4.2.1.2.1.4 Popis a zásady prevádzkových režimov .....	10
6.4.2.1.2.1.4.1 Stav pohotovosti .....	10
6.4.2.1.2.1.4.2 Stav činnosti - havarijný stav .....	10
6.4.2.1.2.1.5 Vplyv sprchového systému na abnormálnu prevádzku bloku .....	11
6.4.2.1.2.1.6 Prevádzka bloku za havarijných podmienok .....	11
6.4.2.1.2.1.6.1 Umiestnenie .....	12
6.4.2.1.2.2 Technické hodnotenie sprchového systému .....	13
6.4.2.1.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia .....	13
6.4.2.1.2.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť .....	13
6.4.2.1.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému .....	13
6.4.2.1.2.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy .....	13
6.4.2.1.2.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou .....	13
6.4.2.1.2.2.3.3 Analýza spoľahlivosti .....	14
6.4.2.1.2.2.4 Preukázanie kvalifikácie systému .....	14
6.4.2.1.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie .....	14
6.4.2.2 Systém havarijnej izolácie HP .....	15
6.4.2.2.1 Účel systému havarijnej izolácie HP .....	15
6.4.2.2.2 Rýchločinné uzatváracie armatúry .....	15
6.4.2.2.3 Popis projektu systému havarijnej izolácie HP .....	15
6.4.2.2.4 Skúšky a periodické kontroly oddeľovacích RČA .....	16
6.4.2.2.5 Podmienky pre havarijnú izoláciu HP od okolia JE .....	16
6.4.2.2.6 Bezpečnostné zhodnotenie .....	17
6.4.2.3 Vákuovobarbotážny systém .....	18
6.4.2.3.1 Účel systému VBS .....	18
6.4.2.3.2 Opis konštrukcie a funkčnosti VBS .....	18
6.4.2.3.3 Prevádzkové stavy - popis činnosti systému .....	20
6.4.2.3.4 Zmeny konštrukcie systémov kontajmentu .....	21
6.4.2.4 Systémy na odstraňovanie následkov havárií v kontajmente .....	22
6.4.2.5 Bezpečnostné hodnotenie - hodnotenie plnenia legislatívnych požiadaviek .....	22
LITERATÚRA .....	24

**ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ**

AZ	- Aktívna zóna
BD	- Bloková dozorňa
DG	- Diesel Generator
EMO	- Elektrárň Mochovce
ESFAS	- Emergency safety features actuation system / Systém skorého havarijného zásahu
EUR	- European utility requirements / Európske požiadavky na systémy
HA	- Hydroakumulátor
HCC	- Hlavné cirkulačné čerpadlo
HP	- Hermetický priestor
HSCHZ	- Havarijný systém chladenia aktívnej zóny reaktora
HZ	- Hermetická zóna
HVB	- Hlavný výrobný blok
I.O.	- Primárny okruh
II.O.	- Sekundárny okruh
JE	- Jadrová elektrárň
KO	- Kompenzátor objemu
LOCA	- Lost of coolant accident / Havária so stratou chladiva
MAAE	- Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MO34	- Mochovce 3. a 4. blok
ND	- Núdzová dozorňa
NPP	- Nuclear power plant / Jadrová elektrárň
NT	- Nízkotlakový
PAMS	- Post accident monitoring system / Pohavarijný monitorovací systém
PBS	- Predbežná bezpečnostná správa
PG	- Parogenerátor
PSA	- Probabilistic safety assessment / Pravdepodobnostná hodnotiaca štúdia
RA	- Rádioaktívny
SKR	- Systém kontroly a riadenia
SOR	- Systém ochrany reaktora
ÚJD SR	- Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
VBK	- Vákovobarbotážny kondenzátor
VBS	- Vákovobarbotážny systém
VT	- Vysokotlakový

## ÚVOD

Kapitola PpBS 6.4.2 je vypracovaná v súlade so súvisiacou legislatívou:

- Zákon NR SR O mierovom využívaní jadrovej energie [II.3], [II.7],
- Vyhláška, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie [II.4],
- Bezpečnostný návod ÚJD SR [II.1] a pričom v primeranom rozsahu bolo prihladené k platnému BNS [II.10],
- Bezpečnostný návod MAAE [II.2].

Okrem toho, kapitola bola vypracovaná aj podľa požiadaviek vyhlášky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení [II.5].

Pri vypracovaní kapitoly 6.4.2 PpBS boli rešpektované pripomienky k PBS, uvedené v Rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008 [II.8].

## 6.4.2 Systém hermetického priestoru

### Opis a účel systému hermetického priestoru

Systém hermetického priestoru - je súčasťou ochrannej obálky (kontajmentu), popísanej a hodnotenej v kapitole 6.3 PpBS.

Zabezpečuje a slúži na ochranu hlavného výrobného a bezpečnostne významného zariadenia JE voči pôsobeniu vonkajších vplyvov a súčasne predstavuje poslednú bariéru voči úniku rádioaktívnych produktov štiepenia do okolia JE. Hermetický priestor je súhrnom všetkých hermetických miestností, ktorých hranice počas prevádzky blokov sú voči vonkajšej atmosfére hermeticky uzavreté. Tieto hermetické priestory musia zostať plynutesné a integrálne aj pri pretlaku, resp. podtlaku, ktorý vznikne pri havárii.

Systém hermetického priestoru okrem pasívnej stavebnej a konštrukčnej časti dopĺňajú výkonné bezpečnostné systémy, ktoré slúžia a umožňujú ochrannej obálke plniť bezpečnostnú funkciu zadržania RAL, resp. minimalizácie úniku RAL do okolia JE. Zároveň tieto systémy počas prevádzky alebo počas ľubovoľnej projektovej havárii slúžia na znižovanie tlakovej a teplotnej záťaže kontajmentu alebo na havarijnú izoláciu kontajmentu od okolia. Sú to nasledujúce systémy:

- Systémy znižovania tlaku a odvodu tepla kontajmentu
- Systém havarijnej izolácie kontajmentu

### 6.4.2.1 Systémy znižovania tlaku a odvodu tepla z kontajmentu

#### 6.4.2.1.1 Vzduchotechnika

Odvod tepla z kontajmentu vo všetkých prevádzkových režimoch bloku zabezpečuje vzduchotechnika reaktorovne. Vzduchotechnika hermetickej zóny je pomocný technologický systém, ktorý zaisťuje vetranie a odvod tepla z priestoru miestností kontajmentu. Úlohou spomínaného vzduchotechnického zariadenia je:

- zaistiť vnútornú a vonkajšiu bezpečnosť jadrovej elektrárne,
- vytvoriť vhodné pracovné podmienky pre technologické zariadenie v kontajmente
- odvádzať teplo vznikajúce prevádzkou technologických zariadení v kontajmente,
- vytvoriť vhodné pracovné prostredie pre obsluhujúci personál,
- pomáhať likvidovať následky havárií technologických zariadení.

Koncepcia vzduchotechniky je v projekte riešená tak, aby prúdenie vzduchu bolo vždy v smere zväčšujúcej sa aktivity. Ďalším pravidlom je filtrovanie vzduchu, obsahujúceho škodliviny (rádioaktívne aerosóly, izotopy jódu), pred vypustením do atmosféry cez ventilačný komín, spoločný pre obidva bloky. Vzduchotechnické systémy, predovšetkým potrubné trasy, sú jednou z možných ciest pre šírenie následkov havárie s únikom chladiva mimo hermetické miestnosti. Z tohto dôvodu bol v projekte minimalizovaný počet potrubných trás prechádzajúcich cez hranicu hermetickej zóny. Tlakové potrubia na hranici hermetickej zóny sú osadené rýchlouzatváracími armatúrami, ktoré sa v prípade havárie uzatvoria.

Na zabezpečenie základných úloh vzduchotechniky kontajnementu sú určené nasledovné vzduchotechnické systémy:

- Cirkulačné systémy (zabezpečujú odvod tepla z HP a filtrovanie vzduchu v HP).
- Prívodné systémy (zabezpečujú prívod čerstvého upraveného vzduchu do HP počas prevádzky resp. odstávky bloku).
- Odvodné systémy (zabezpečujú odvod vzduchu cez filtračnú stanicu a udržanie podtlaku v HP počas prevádzky bloku a odvod vzduchu cez filtračnú stanicu počas odstávky bloku)

#### **6.4.2.1.2 Sprchový systém**

##### **6.4.2.1.2.1 Opis sprchového systému**

###### **6.4.2.1.2.1.1 Účel sprchového systému**

Účelom sprchového systému je zmiernenie priebehu a následkov havarijnej udalosti a jej likvidácie, ktorá je spojená so stratou integrity I.O. alebo II.O.

Sprchový systém kontajnementu je aktívnym bezpečnostným systémom. Slúži na znižovanie tlaku, teploty a lokalizáciu rádioaktívnych únikov v kontajmente havarovaného bloku. Pracuje v súčinnosti nasledujúcich systémov:

- 1) HA a VT a NT systémy havarijného doplňovania, ktoré slúžia na odvod tepla z AZ po havarijnej udalosti spojenej so stratou integrity I.O. alebo II.O..
- 2) pasívny vákuobarbotážny systém (VBS), ktorý zabezpečuje riadenie tlaku a odvod tepla z kontajnementu pasívnym sprchovaním a odvod neskondenzovaných plynov do zachytných plynojemov vákuobarbotážneho systému po havarijnej udalosti spojenej so stratou integrity I.O. alebo potrubia II.O., umiestneného v kontajmente.
- 3) Systém havarijnej izolácie HP ako výkonný bezpečnostný systém, ktorý slúži na oddelenie kontajnementu od okolitého prostredia.
- 4) Systém TVD, ktorý slúži na odvod tepla z bloku.

Táto podkapitola sa zaoberá sprchovým systémom kontajnementu.

Ostatné systémy, určené na havarijné chladenie bloku sú hodnotené v nasledovných kap. PpBS:

- Kapitola 6.4.1 Systém havarijného chladenia AZ
- Kapitola 6.4.2.2 Systém havarijnej izolácie HP (*vid'. nižšie*)
- Kapitola 6.4.2.3 Vákuobarbotážny systém (*vid'. nižšie*)
- Kapitola 6.4.5.5 Systém technickej vody dôležitej

###### **6.4.2.1.2.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti sprchového systému**

Sprchový systém je po stránke teplonosného média previazaný so systémom NT havarijného chladenia aktívnej zóny a pracuje v súčinnosti s vákuobarbotážnym systémom. Sprchový systém, v súčinnosti s vákuobarbotážnym systémom, ktorý odvedie a zachytí nekondenzovateľné plyny v zachytných



plynojemoch vákuobarbotážneho systému, sprchovaním atmosféry HP chladnejším chladivom spôsobuje kondenzáciu pary a tým znižovanie tlaku až po dosiahnutie pohavarijného podtlaku v atmosfére HP.

#### **6.4.2.1.2.1.2.1 Bezpečnostne funkcie sprchového systému**

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.9] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.11], a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS je sprchový systém zaradený do BT II a plní bezpečnostnú funkciu:

**2g) obmedzenie únikov rádioaktívnych látok z ožiareného paliva z ochrannej obálky pri havarijných podmienkach a po ich uplynutí,**

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie, ktoré vykonáva sprchový systém v súlade s dokumentami [I.1]:

- obmedzenie únikov rádioaktívnych látok z ožiareného paliva z ochrannej obálky pri havarijných podmienkach a po nich
- .....alebo obálky vybavenej systémom na zníženie tlaku a teploty..... a musí zabezpečiť, že aj pri projektových haváriách sa neprekročia dovoľené parametre - Príloha 3, II / D [II.9]
- odvieť teplo z iných bezpečnostných systémov do konečného zariadenia odvodu tepla
- obmedziť únik rádioaktívneho materiálu z kontajneru reaktora v podmienkach havárie a po havárii

#### **6.4.2.1.2.1.2.2 Klasifikácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie**

Zariadenia sprchového systému pre svoju dôležitosť, z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.9].

Zariadenia sprchového systému sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.9] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia sprchového systému, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.3], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.12].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.5], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.5]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.5], §3, resp. Príloha č.1 a Príloha č.3, časť B ods. II, pre vybrané zariadenia sprchového systému nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.9].

Z uvedeného a s odvolaním na obsah a konštatovania kap. 6.4.2.1.2.1 vyššie vyplýva, že zariadenia sprchového systému požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.5] (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), spĺňajú.

Sprchový systém a jeho podporný systém TVD sú **seizmicky odolné**, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheets).

#### 6.4.2.1.2.1.2.3 Konštrukcia a funkčnosť sprchového systému

Sprchový systém je riešený s redundanciou 3x100%. Znamená to, že ho tvoria tri funkčne úplne nezávislé, výkonovo identické podsystémy. Každý z nich je samostatne schopný svojimi parametrami plniť požiadavky.

K úspešnému zvládnutiu následkov havárie v HP postačuje činnosť jedného podsystému.

Každý podsystém pozostáva z (jedného zariadenia):

- sprchového čerpadla
- nádrže roztoku  $N_2H_4$ , KOH a  $H_3BO_3$
- vodoprúdového čerpadla
- tepelného výmenníka
- sitovej konštrukcie
- spojovacieho potrubia, armatúr a sprchových trysiek

#### Sprchové čerpadlo

Sanie sprchového čerpadla je zaústené do nádrže nízkotlakového HSCHZ, ktorá obsahuje roztok  $H_3BO_3$ . K tomuto roztoku sa pomocou vodoprúdového čerpadla pridáva roztok  $N_2H_4$ , KOH a  $H_3BO_3$  zo samostatnej nádrže. Po vyčerpaní nádrže nízkotlakového HSCHZ je sanie sprchového čerpadla prepnuté na zberné jímky na podlahe boxov PG, kde sa zhromažďuje chladivo uniknuté z porušeného primárneho okruhu a chladivo dodávané sprchovým systémom a/alebo chladivo zo žľabov VBS. Pri saní z podlahy boxov PG prechádza médium pred vstupom na sanie sprchového čerpadla a nízkotlakového čerpadla HSCHZ cez tepelný výmenník HSCHZ.

Výtlačné potrubie od sprchových čerpadiel prechádza cez hermetické priechodky do boxu PG, kde sa nachádzajú sprchové kolektory, na ktorých osadené sprchové trysky, schopné rozptyľovať kvapky o priemere 1 až 1,5 mm. Na kvapkách dochádza ku kondenzácii pary, ktorá vznikla únikom horúceho média z I.O. alebo II.O. a to má za následok znižovanie tlaku a teploty v HZ. Vo výtlačnom potrubí na vonkajšej strane hranice hermetickej zóny sú inštalované elektricky ovládané rýchločinné armatúry (vnútri sú spätné klapky) a prípojka systému tlakového vzduchu, ktorý sa používa pri skúškach sprchových trás a skúškach tesnosti armatúr.

Sprchové čerpadlo je odstredivé, horizontálne, jednostupňové čerpadlo s upchávkami utesnenými termosifónom. Teleso čerpadla, veko a obežné koleso sú odliatky z nehrdzavejúcej ocele. Sprchovacie čerpadlo je umiestnené spoločne s čerpadlami havarijného chladenia reaktora na rovnakej kóte.

Čerpadlo sa zapína operátorom alebo automaticky.

Čerpadlá vypínajú automaticky po dosiahnutí stanoveného tlaku v HZ.

Vypnutie čerpadiel je blokované pri určitom pretlaku v boxoch PG.

#### Vodoprúdové čerpadlo (ejektor)

Toto čerpadlo dodáva roztok  $N_2H_4$ , KOH a  $H_3BO_3$  na sanie sprchového čerpadla, kde sa mieša roztokom kyseliny boritej, čerpanej z nádrže nízkotlakového systému HSCHZ.

**Sprchové trysky**

Sú umiestnené na troch potrubných kolektoroch vedených po obvode boxu PG a HCČ. Trysky sú rozmiestnené na kolektoroch pod rôznymi uhlami k vodorovnej rovine. Potrubia aj trysky sú z nehrdzavejúcej ocele. Potrebné rozptýlenie sprchového roztoku sa dosahuje rotáciou prúdu.

**Tepelný výmenník nízkotlakového systému**

Tepelný výmenník - chladič nízkotlakového systému HSCHZ sa používa na chladenie vodného roztoku  $H_3BO_3$  pri čerpaní z podlahy boxu PG a HCČ po vyprázdnení nízkotlakovej nádrže HSCHZ.

Chladič je horizontálny rúrkový výmenník s plávajúcou hlavou. Plášť zväzku je zakončený dnom, na strane zovretej trubkovnice je rozvádzacia hlava pre vstup a výstup chladiacej vody do rúrok. Tento tepelný výmenník súčasne chladí i vodný roztok  $H_3BO_3$  určený pre havarijné dochladzovanie reaktora. Ako chladiace médium sa používa technická voda dôležitá, ktorá prechádza rúrkami. Roztok  $H_3BO_3$  zberaný z podlahy boxu preteká medzirúrkovým priestorom.

**Nádrže roztoku  $N_2H_4$ , KOH a  $H_3BO_3$** 

Nádrže sú valcové stojaté nádoby, ktoré majú v hornom veke prielez.

**Sitová konštrukcia**

Zberné jímky sú umiestnené na podlahe kontajneru.

Pre tri zberače sú použité dva typy sitovej konštrukcie. Každý podsystém má svoj zberač a sitovú konštrukciu. Sitové konštrukcie zabraňujú znefunkčneniu čerpadiel - zabraňujú vniknutiu cudzích predmetov (poškodená tepelná izolácia, ...)

Nosná konštrukcia zberača je vytvorená pomocou nosných stĺpov, profilovej ocele a krycieho plechu. Na vonkajšom obvode je zberač opatrený konštrukciou zo zvislých rúrok. Sací otvor čerpadiel je opatrený protivírovým krížom.

**Popis funkcie**

Sprchový systém je počas normálnej prevádzky v pohotovosti.

Sprchový systém sa uvádza do činnosti automaticky pri zvýšení tlaku v HZ. Okrem uvedenia sprchového systému do činnosti od zvýšeného tlaku v HP, sprchový systém sa spúšťa aj pri zapracovaní automatiky postupného spúšťania. Sprchové čerpadlá nabiehajú a otvárajú sa armatúry na recirkulácii sprchových čerpadiel, otvárajú sa armatúry na výtlaku sprchových čerpadiel a zatvárajú sa armatúry na recirkulačnej slučke. Ručné ovládanie čerpadla je v určitých režimoch blokováné.

Je možné i ručné spúšťanie sprchových čerpadiel operátorom.

Sanie sprchových čerpadiel je z nádrží, ktoré sú spoločné pre nízkotlakový HSCHZ aj pre sprchový systém.

Trysky rozptyľujú chladiivo, vytvárajú kvapky na ktorých nastáva kondenzácia pary, ktorá vzniká únikom teplotného média. Následkom toho dochádza k znižovaniu tlaku a teploty v hermetickom priestore.

Pri určitom poklese hladiny chladiva v nádrži sa končí fáza sania z nádrže a začína sa „kontajmentová recirkulačná“ fáza vyznačujúca sa saním z podlahy boxov PG. V tejto fáze dodávajú čerpadlá vodný roztok  $H_3BO_3$  do trysiek z podlahy boxu PG cez sitové konštrukcie a tepelné výmenníky, chladené technickou vodou dôležitou.

Pri dosiahnutí dostatočného podtlaku v HZ sa uzatvárajú armatúry na výtlaku sprchových čerpadiel, je blované ich otváranie a zároveň vypínajú sprchové čerpadlá. Pokiaľ dôjde k poruche odstavenia jeden sprchovej redundancie a tlak v kontajmente naďalej klesá, potom pred dosiahnutím nadmerného podtlaku sa otvárajú rušiče vákua. Tým sa predíde prekročeniu dovoleného podtlaku v HP.

#### **6.4.2.1.2.1.2.4 Systémy, ktoré podporujú sprchový systém**

Funkčná pohotovosť a činnosť zariadení sprchového systému kontajmentu v havarijných režimoch súvisí s prevádzkyschopnosťou nasledujúcich zariadení:

- technická voda dôležitá
- špeciálna vzduchotechnika
- Elektročasť zariadení sprchového systému
- Všetky meracie a regulačné obvody systému SKR, patriace k technológii sprchového systému

V prípade, že vyššie uvedené systémy nie sú prevádzkyschopné, situácia je riešená v zmysle LaP.

#### **6.4.2.1.2.1.2.5 Osobitné požiadavky na systém**

##### **Integrita tepelných výmenníkov HSCHZ**

V tepelnom výmenníku HSCHZ je médium (vodný roztok  $H_3BO_3$ ) oddelené od TVD len stenou teplo-výmenných trubiek.

Monitorovanie tesnosti je podrobne popísané v PpBS kap. 6.4.1 „Systém havarijného chladenia AZ“.

#### **6.4.2.1.2.1.2.6 Elektrické napájanie**

Elektrické napájanie je pre každý podsystém sprchového systému zabezpečené z príslušnej redundancie systému zaisteného napájania, čo umožňuje prevádzku systému i pri strate napájania vlastnej spotreby t.j. všetky redundantné podsystémy sú nezávislé z hľadiska elektrického napájania.

#### **6.4.2.1.2.1.2.7 Systém kontroly a riadenia**

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení v súlade s Vykonávacím projektom.

Dôležité elektrické spotrebiče sú ovládané pomocou signálov ESFAS.

#### **6.4.2.1.2.1.3 Činnosť obsluhy**

Ak sa zariadenia sprchového systému nachádzajú v pohotovostnom režime, činnosť obsluhy spočíva len v kontrole stavu zariadení z BD a v periodickom skúšaní prevádzkyschopnosti a pohotovosti jednotlivých podsystémov. V prípade, že príde k havarijnej udalosti, v počiatkovej fáze sa jednotlivé podsystémy uvádzajú do činnosti automaticky. Ak príde k strate el. napájania, uvádzajú sa do činnosti podľa automatiky postupného zaťažovania DG. Obsluha v BD/ND sleduje priebeh lokalizácie a likvidácie havárie a postupne odpája prebytočné zariadenia podsystémov sprchového systému (ak to blokády dovoľujú). V konečnej fáze

likvidácie havarijného stavu na bloku vykonáva obsluha zásahy ručne s ohľadom na aktuálny stav parametrov bloku.

#### **6.4.2.1.2.1.4 Popis a zásady prevádzkových režimov**

Sprchový systém má z hľadiska prevádzkových režimov JE zvláštne poslanie, lebo je určený k zásahu len pri závažných havarijných situáciách bloku, spojených so stratou chladiva I.O alebo II.O. v kontajmente.

Za normálnej prevádzky reaktorového bloku je sprchový systém v stave pohotovosti a do činnosti vstupuje po aktivácii ESFAS pôsobením signálu od nárastu pretlaku v HZ alebo pôsobením signálu APS. Systém má tak dva základné prevádzkové stavy:

- stav pohotovosti,
- stav činnosti - havarijný stav.

##### **6.4.2.1.2.1.4.1 Stav pohotovosti**

Trvá od začiatku ohrevu I.O. zo studeného stavu počas vyvedenia bloku na výkon, ďalej počas prevádzky bloku na výkone (nominálnom alebo zníženom), počas zmien výkonu bloku, počas procesu riadeného odstavenia bloku alebo počas automatického odstavenia reaktora v dôsledku poruchy (bez výskytu havarijnej situácie bloku, spojenej so stratou chladiva I.O. alebo II.O.). V režime pohotovosti je systém pripravený kedykoľvek samočinne plniť svoju funkciu, podsystémy sa spúšťajú ručne len za účelom kontroly funkčnosti podsystému.

Pre umožnenie periodických skúšok činnosti sprchového systému slúžia špeciálne potrubné vetvy (skúšobné trasy) spájajúce výtlačné potrubie so zásobnými nádržami roztoku kyseliny boritej. Pri skúške sa uzatvoria prívody k sprchovým tryskám, spustí sa sprchové čerpadlo a po otvorení armatúry na uvedenej spojovacej vetve sa skúša sprchový systém v takomto uzavretom okruhu. Skúša sa pri tom výkon sprchových čerpadiel. Ak sa objaví porucha na čerpadle, armatúre alebo potrubí jedného z troch podsystémov, je potrebné sa presvedčiť či sú ostatné dva podsystémy v poriadku. Ak sú závady aj na nich, je potrebné blok odstaviť v súlade s LaP.

Periodické prehliadky pre sprchový systém sú stanovené prevádzkovými predpismi a limitami a podmienkami pre prevádzku JE.

Pohotovosť systému je vyžadovaná v prevádzkových režimoch 1 až 6.

##### **6.4.2.1.2.1.4.2 Stav činnosti - havarijný stav**

V nasledujúcich havarijných situáciách reaktorového bloku sa predpokladá aktívna činnosť sprchového systému:

- Únik chladiva z I.O.
- Roztrhnutie parovodu v kontajmente alebo hlavného parného kolektora (HPK)
- Roztrhnutie potrubia napájacej vody v kontajmente

Vo všetkých vyššieomenovaných havarijných situáciách sprchový systém zabezpečuje znižovanie tlaku v kontajmente a odvod tepla z kontajmentu. Činnosť trvá po celú dobu, pokiaľ je nutné udržiavať havarijný podtlak a odvod tepla, resp. RAL z kontajmentu.

#### 6.4.2.1.2.1.5 Vplyv sprchového systému na abnormálnu prevádzku bloku

U aktívnych bezpečnostných systémov sa predpokladá možnosť poruchy funkcie technologického zariadenia u jedného podsystemu a neúčinnosť druhého podsystemu. Preto sú aktívne systémy zálohované 200%. Počas prevádzky bloku, ak príde k poruche na podsysteme, je (podľa LaP) povolená oprava na ňom po dobu max. 72 hod. V oprave však smie byť len jeden z troch podsystemov. Pred zahájením opravy na ktoromkoľvek aktívnom podsysteme, musí byť v súlade s LaP preukázaná prevádzkyschopnosť zostávajúcich dvoch podsystemov. Pokiaľ nemožno preukázať prevádzkyschopnosť na zostávajúcich dvoch podsystemoch, blok musí byť odstavený. Taktiež, ak sa oprava na jednom opravovanom podsysteme predĺži na viac ako 72 hod, musí byť reaktorový blok odstavený.

#### 6.4.2.1.2.1.6 Prevádzka bloku za havarijných podmienok

##### Prevádzka sprchového systému po vzniku havárie

Za havarijných podmienok pri strate tesnosti I.O. alebo II.O. sprchový systém kontajnementu zaisťuje chladenie HP, znižuje tlak v HP a obmedzuje Ra úniky z hermetického priestoru.

Z hľadiska charakteru a veľkosti sa vyskytujú nasledujúce základné havarijné stavy:

- Havária s malým (kompenzovateľným) únikom chladiva z I.O.
- Havária so stredným únikom chladiva z I.O.
- Havária s veľkým únikom chladiva z I.O. Do tohto stavu spadá aj havária, u ktorej projekt predpokladá ešte stratu napájania vlastnej spotreby s prechodom na havarijný zdroj DG.
- Havária pri prasknutí parovodu alebo napájacieho potrubia PG v kontajmente.

##### Havária s malým (kompenzovateľným) únikom chladiva

Pri porušení tesnosti I.O. s malým únikom chladiva do hermetického priestoru uniká z I.O. parovodná zmes, čo vedie k nárastu teploty, tlak a vlhkosti v HP. Po náraste pretlaku je aktivovaný signál na spustenie sprchového systému. Všetky čerpadlá pracujú do rozbehových trás a recirkuláciou späť do nádrže. Pri dosiahnutí dostatočného tlaku na výtlaku sprchového čerpadla, otvára armatúra na výtlaku a súčasne sa zatvárajú armatúry na recirkulačnej trase.

Činnosťou sprchového systému sa rast tlaku v hermetickom boxe zastavuje a tlak začína mierne klesať. Pri pokračujúcej činnosti sprchového systému pokles tlaku v hermetickej zóne pokračuje až do dosiahnutia podtlaku v hermetickom priestore. Ak tlak v hermetickom priestore dosiahne hodnotu dostatočného podtlaku, dochádza k automatickému odstaveniu sprchového čerpadla a uzatvoreniu armatúr na jeho výtlaku.

##### Havária so stredným únikom chladiva

Najhorší prípad tohto režimu je jednostranný výtok stredným otvorom. Začiatok havarijného procesu prebieha podobne ako pri malom úniku.

Pokiaľ v priebehu havárie dôjde k vyprázdneniu niektorej z nádrží nízkotlakového systému, je sanie príslušných čerpadiel automaticky presmerované na čerpanie z podlahy hermetického boxu.

Pri lokalizácii havárie je činnosť sprchového systému podobná ako pri malom úniku, priebeh je však rýchlejší. Sprchový systém je pri tomto režime schopný dostať sa na plný výkon pred ukončením výtlaku chladiva z primárneho okruhu.

**Havária s veľkým únikom chladiva I.O.**

Činnosť sprchového systému prebieha obdobne ako pri strednom úniku, len priebeh havarijného procesu je rýchlejší, tlaky a teploty v hermetickom priestore nadobúdajú vyššie hodnoty. Kvalitatívna odlišnosť je v tom, že za krátku dobu dochádza k vyprázdneniu primárneho okruhu a vo vákuobarbotážnom systéme dochádza k následnému vytlačeniu obsahu barbotážnych žľabov.

Hermetický priestor je sprchovaný roztokom  $H_3BO_3$  s prísadou  $N_2H_4$  a  $KOH$ .

V krátkom čase po začiatku havárie nabehne sprchový systém na plný výkon a tlak v hermetickom priestore začne klesať. Po vyčerpaní obsahu nádrže havarijnej zásoby sa uzatvorí príslušná armatúra, a tým prísun roztoku  $N_2H_4$ ,  $KOH$  a  $H_3BO_3$  na sanie vodoprúdového čerpadla. Pri poklese hladiny v nádržiach nízkotlakového systému je sanie príslušných čerpadiel automaticky presmerované na čerpanie z podlahy hermetického boxu cez sitové konštrukcie.

Pri náraste podtlaku v HP sa automaticky odstavujú sprchové čerpadlá.

**Havária pri prasknutí parovodu alebo napájacieho potrubia PG v kontajnermente**

Činnosť sprchového systému prebieha obdobne ako pri úniku chladiva I.O..

**LOCA so stratou napájania vlastnej spotreby**

Pri havárii s únikom chladiva z I.O. so súčasnou stratou napájania vlastnej spotreby je štart sprchového systému oneskorený. Elektrické napájanie je v tomto prípade zabezpečované dieselgenerátormi. V rámci havarijnej sekvencie sa postupne pripájajú jednotlivé systémy, vrátane sprchového systému. Ďalší priebeh procesu je podobný ako je popísané pre príslušný havarijný režim s únikom chladiva z I.O.

**6.4.2.1.2.1.6.1 Umiestnenie**

Zariadenia sprchového systému sú umiestnené v HVB.

#### 6.4.2.1.2.2 Technické hodnotenie sprchového systému

##### 6.4.2.1.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Všetky zariadenia sprchového systému pre svoju dôležitosť, z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky UJD SR č.50/2006 [II.9] (viď kap. 6.4.2.1.2.1.2.2).

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia sprchového systému a patria do PS 3.14 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 jadovoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

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

Sprchový systém a jeho podporné systémy sú **seizmicky odolné**, to znamená, že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheets.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný voči max. seizmickému projektovému zemetraseniu. Seizmická odolnosť sprchového systému je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle metodiky - Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. Blok.

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

##### 6.4.2.1.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému

Kapitola PpBS 07.02.01 Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií popri jadrovej bezpečnosti zariadenia preukazuje aj spoľahlivé riadenie tlaku a odvod tepla z kontajneru počas havárií, uvažovaných v projekte.

##### 6.4.2.1.2.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy

Všetky aktívne podsystemy sprchového systému sú vyprojektované ako redundantné s kapacitou 3 x 100% a sú navzájom fyzicky oddelené a funkčne nezávislé v oblasti systémov riadenia a el. napájania (ktoré je z prislúchajúceho systému zaisteného napájania II. kategórie).

##### 6.4.2.1.2.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Jednotlivé redundantné systémy sú umiestnené v osobitných stavebne izolovaných miestnostiach čím sa dosahuje :

- vylúčenie prenášania požiaru medzi miestnosťami, v ktorých je rozmiestnené zariadenie podsystemov
- vzájomná izolácia podsystemov proti možnosti záplav z vnútorných príčin (napr. od prasknutého potrubia alebo zásobnej nádrže).



#### **6.4.2.1.2.2.3.3 Analýza spoľahlivosti**

Analýza sprchového systému bola vykonaná v modeli PSA. Výsledkom analýzy je stanovenie spoľahlivosti sprchového systému.

Analýza bola vykonaná pre vrcholovú udalosť - strata všetkých troch podsystémov v recirkulačnej fáze.

Na základe údajov, publikovaných v správe „Analýza systémov“, je pravdepodobnosť zlyhania sprchového systému (stredná nepohotovosť) pri požadovanej dobe činnosti dostatočne nízka.

Spoľahlivosťou sprchového systému blok spĺňa bezpečnostný cieľ z dokumentu „Požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia...“.

#### **6.4.2.1.2.2.4 Preukázanie kvalifikácie systému**

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou STD. Prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení sprchového systému je uvedený v Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

#### **6.4.2.1.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie**

Zariadenia sprchového systému kontajntmentu môžu ovplyvniť jadrovú bezpečnosť bloku významným spôsobom. V prípade vzniku havárie musia poskytnúť jej zmierenie a taktiež musia byť dostupné vo všetkých výkonových režimoch bloku. Z týchto dôvodov musia vyhovovať požiadavkám, ktoré sú definované vo Vyhl. ÚJD SR č.50/2006 , Príloha č.3, časť B/II./D – Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom pre Systém ochrannej obálky (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.5] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.9] je uvedené na konci kapitoly 6.4.2.5).

Bezpečnostné hodnotenie sprchového systému je uvedené v sumárnom zhodnotení systému ochrannej obálky.

## 6.4.2.2 Systém havarijnej izolácie HP

### 6.4.2.2.1 Účel systému havarijnej izolácie HP

V podmienkach normálnej prevádzky reaktora sa v hermetických priestoroch bloku JE udržiava mierny podtlak voči okolitej atmosfére. Podtlak v HP je udržiavaný prevádzkou ventilačných systémov.

V havarijných podmienkach (LOCA), kedy dochádza k zvyšovaniu tlaku v HP je hermetický priestor izolovaný (hermetizovaný) od okolia (nehermetického priestoru JE) pre zabránenie úniku rádioaktívnych látok a ochranu životného prostredia. Požiadavku izolácie HP na všetkých technologických komunikáciách medzi hermetickým priestorom a ostatnými priestormi zabezpečuje oddeľovací systém, resp. systém oddeľovacích rýchločinných armatúr (RČA). Pri zvýšení pretlaku v HP sa pomocou tohto systému automaticky realizuje úplné oddelenie hermetických priestorov od okolia.

Pre zabezpečenie požiadavky izolácie HP od okolitej atmosféry sú oddeľovacie armatúry umiestnené na všetkých technologických trasách prechádzajúcich hermetickou hranicou HP, ktoré sú napojené na vnútorný priestor HP alebo na PO. Oddelenie na všetkých týchto trasách (okrem tých, ktoré sú v činnosti pri odstraňovaní následkov havárie) je nutné preto, aby sa zabránilo úniku rádioaktivity aj pre prípad porušenia celistvosti trás vo vnútri HP v dôsledku síl vznikajúcich pri LOCA.

### 6.4.2.2.2 Rýchločinné uzatváracie armatúry

Súčasťou hranice hermetickej zóny sú tiež rýchločinné uzatváracie armatúry (pneumatické, elektrické). Ich úlohou je hermeticky oddeliť priestory kontajntentu v havarijných prípadoch - napr. zatváranie RČA VTZ v závislosti od tlaku v hermetickej zóne.

Oddelovacie armatúry sú prevažne uvádzané do činnosti elektromotormi (trasa vzduchotechniky osadená tzv. automatickými plynotesnými uzávermi, napájacia voda PG a pod.) Na niektorých trasách sú oddeľovacie armatúry pneumatické (uvádzané do činnosti vysokotlakovým vzduchom) a ovládané elektrickým impulzom, nazývané aj ako rýchločinné armatúry (RČA).

### 6.4.2.2.3 Popis projektu systému havarijnej izolácie HP

Systém izolácie HP zabezpečuje rýchle a spoľahlivé oddelenie všetkých technologických systémov, ktoré sa v okamžiku havárie odstavujú a naopak rýchle a spoľahlivé spojenie reaktora a HP so systémami, ktoré sú potrebné na likvidáciu havárie.

Počet a umiestnenie oddeľovacích RČA na technologických trasách je navrhnutý tak, aby pri akejkoľvek havarijnej udalosti, vrátane roztrhnutia telesa jednej z RČA, zostala zachovaná minimálne jedna bariéra, zabraňujúca šíreniu rádioaktívnych látok za hermetickú hranicu. Teda oddeľovacie RČA sú na trasách minimálne zdvojené pre zabezpečenie tesnosti v prípade zlyhania jednej z nich. Umiestňujú sa obyčajne po oboch stranách hermetickej hranice, v tesnej blízkosti, aby sa zabezpečila celistvosť potrubia na úseku medzi nimi.

Uzatváranie oddeľovacích RČA sa v prípade havárie vykonáva automaticky. Oddelovacie armatúry majú ovládanie a signalizáciu stavu vyvedenú na blokovú a núdzovú dozornú. Operatívny personál má za všetkých prevádzkových režimov k dispozícii informáciu o polohe všetkých oddeľovacích RČA. Zabezpečené sú opatrenia pre vylúčenie náhodného uzatvorenia alebo otvorenia oddeľovacích RČA.

Ochranu oddeľovacích RČA pred možným mechanickým poškodením letiacimi predmetmi, vodnými prúdmi alebo inými dynamickými účinkami pri havarijnom stave v kontajneroch zabezpečujú špeciálne vnútorné ochranné bariéry.

Pre zvýšenie spoľahlivosti a pohotovosti systému izolácie HP sú ovládacie armatúry pripojené k sieti zaisteného napájania. Výpočtové vonkajšie tlaky pri projektovaní potrubí a ostatných prvkov systému izolácie HP sú vyššie než výpočtový tlak pre hermetické miestnosti.

#### **6.4.2.2.4 Skúšky a periodické kontroly oddeľovacích RČA**

Overenie funkčných vlastností vyrobených armatúr sa vykonáva vo výrobnom závode.

Rozsah skúšok a metódy skúšania sú uskutočňované v súlade s požiadavkami na zabezpečenie kvality zariadení. Dodávateľ armatúr poskytuje odberateľovi kompletnú sprievodnú dokumentáciu, vrátane protokolov o vykonaných skúškach (tesnostných, pevnostných, seizmických, atď.). Montáž armatúr v JE prebiehala podľa stanovených postupov pod autorským dozorom výrobcu (dodávateľa).

V predprevádzkových podmienkach boli na JE vykonávané skúšky a kontroly funkčných vlastností armatúr. Pri skúškach sa postupovalo podľa schválených operatívnych programov, pričom sa vychádza z návodov na obsluhu a údržbu RČA. Údržba a revízne kontroly RČA v prevádzkových podmienkach prebiehajú podľa aktualizovaných programov.

V predprevádzkových podmienkach boli okrem predpísaných kontrol, prehliadok a revízií vykonané skúšky tesnosti oddeľovacích RČA. Tieto skúšky tesnosti boli vykonávané na všetkých oddeľovacích armatúrach, aby bola zaručená ich tesnosť. Vlastná skúška obsahuje test uzatvorenia armatúry a skúšku na tesnosť. Test uzatvorenia armatúry sa vykonáva pred skúškou na tesnosť, aby sa preukázala tesnosť armatúry po obdržaní signálu na uzatvorenie. Oddeľovacie RČA, ktoré sú normálne zatvorené sa skúšajú na otvorenie, zatvorenie a tesnosť. Systém izolácie HP je funkčne a tesnostne skúšaný aj v rámci skúšok tesnosti HP.

Pred realizáciou integrálnych skúšok tesnosti je kontrolovaná funkčná činnosť všetkých oddeľovacích RČA od imitovaného signálu na ich pôsobenie. Zistené závady boli odstraňované a následne bola odskúšaná správna činnosť armatúr. Pri vytvorení pretlaku (podtlaku) v rámci IST je tesnosť RČA overovaná metódami na lokalizáciu netesností. Odhalené netesnosti sú potom odstraňované.

#### **6.4.2.2.5 Podmienky pre havarijnú izoláciu HP od okolia JE**

V závislosti od prvej príčiny, vyvolanej havarijným stavom je aktivovaný príslušný signál, ktorý pôsobí na oddeľovacie armatúry.

Pôsobením signálu sa zatvárajú oddeľovacie armatúry tých systémov, ktoré nie sú pri havárii v činnosti a otvárajú oddeľovacie armatúry systémov, potrebných na likvidáciu následkov havárie.

#### 6.4.2.2.6 Bezpečnostné zhodnotenie

Požiadavky na skúšky tesnosti ochrannej obálky a jej komponentov sú definované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 [II.9], Príloha 3, časť B, II, D Systém ochrannej obálky. Okrem plnenia integrálnych - kontajmentových požiadaviek (viď kap. 6.3.3) musia výkonné prvky systému havarijnej izolácie HP plniť špecifické body (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.5] voči požiadavkám vyhláske ÚJD SR. č. 50/2006 [II.9] je uvedené na konci tejto kapitoly):

**(7)** Ochranná obálka a systémy, konštrukcie a komponenty dôležité pre jej tesnosť musia byť navrhnuté tak, aby bolo možné:

**c)** počas normálnej prevádzky jadrového zariadenia vykonávať:

1. pravidelné kontroly jednotlivých konštrukcií a komponentov ochrannej obálky,
2. funkčné skúšky jednotlivých systémov, konštrukcií a komponentov ochrannej obálky,
3. pravidelné skúšky tesnosti ochrannej obálky ....

*Hodnotenie: Požiadavky podľa bodu 7, c) sú plnené realizovaním „Periodických integrálnych skúšok tesnosti - PERIS“ (kap.6.3.3.3).*

**(11)** Uzatváracie prvky sa musia projektovať tak, aby:

**a)** bolo možné pravidelne vykonávať skúšky ich tesnosti,

*Hodnotenie: Všetky technologické systémy, ktoré prechádzajú vonkajšou hermetickou hranicou majú oddeľovacie rýchločinné armatúry, ktoré uzatvárajú hermetické priestory od signálu havarijného zvýšenia tlaku v ochrannej obálke v zmysle požiadaviek. Požiadavky ÚJD – SR podľa bodu (11) sú plnené vykonávaním predprevádzkových (resp. prevádzkových) lokálnych skúšok tesnosti oddeľovacích armatúr. Tieto skúšky sa označujú ako skúšky „typu C“ podľa zahraničných noriem pre skúšky tesnosti kontajmentov JE. Konštrukčné riešenie hermetických priestorov, podrobne popísané v kap. 6.3.2, umožňuje pravidelné vykonávanie lokálnych skúšok tesnosti.*

**b)** splnili svoju funkciu aj pri jednoduchej poruche okrem ich mechanickej časti.

*Hodnotenie: Oddelovacie RČA sú na trasách minimálne zdvojené pre zabezpečenie tesnosti v prípade zlyhania jednej z nich. Umiestňujú sa obyčajne po oboch stranách hermetickej hranice. Pre zvýšenie spoľahlivosti a pohotovosti systému izolácie HP sú ovládacie armatúry pripojené k zdroju zaisteného napájania.*

Na základe vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.5], Príloha č.3, časť B ods. II, D systém havarijnej izolácie HP nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.9].

Záverom možno konštatovať, že systém havarijnej izolácie HP spĺňa všetky požiadavky definované pre podporný bezpečnostný systém vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 [II.9], ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.5].

### 6.4.2.3 Vákuovobarbotážny systém

#### 6.4.2.3.1 Účel systému VBS

Vákuovobarbotážny systém je neoddeliteľnou stavebnou a konštrukčnou súčasťou kontajneru. Je to pasívny systém znižovania tlaku v HP, ktorý sa uplatňuje pri haváriách s únikom vysoko-energetického média z I.O. alebo II.O. do HP. V prípade havarijnej situácie, ktorá je spojená s nárastom tlaku v boxoch PG a celom kontajneru, VBS zabezpečuje:

- znižovanie tlaku v kontajneru kondenzáciou pary v barbotážnych žľaboch a pri veľkej LOCA pasívnym sprchovaním objemu šachty barbotážnej veže roztokom zo žľabov po dobu vyrovnávania tlakov v HP a barbotéri;
- lokalizuje nekondenzovateľné plyny (vzduch a rádioaktívne plyny) v záchytných komorách po dobu potrebnú na likvidáciu havárie;
- viazanie RA aerosólov a jódu 131 v havarijnom režime.

Jedná sa o pasívny systém, funkcia ktorého je pri projektových haváriách nezávislá na energetických zdrojoch.

#### 6.4.2.3.2 Opis konštrukcie a funkčnosti VBS

Hlavnými časťami vákuovobarbotážneho systému sú:

- barbotážna veža
- barbotážne žľaby
- spätné klapky DN500 a DN250
- záchytné plynojemy
- čerpadlo odvodu roztoku barbotážnych žľabov
- chladič.

V **barbotážnej veži** sú umiestnené zariadenia VBS. S ostatnými priestormi HZ je barbotážna veža - šachta VBK prepojená spojovacím koridorom, ktorý je zaústený do spodnej časti šachty VBK. V prípade havárie s únikom chladiva I.O. alebo II.O. do priestorov boxov PG sa odtiaľto parovzdušná zmes rozvádza pod barbotážne žľaby, ktoré sú umiestnené v poschodiach nad sebou. Súbor žľabov tvorí barbotážny kondenzátor.

Barbotážne žľaby tvoria spodnú (vstupnú) časť hermetických komôr, ktoré sú vyrobené z plechu nehrdzavejúcej ocele. Na ochranu pred nežiaducimi dynamickými účinkami tlakovej vlny sú tri spodné poschodia barbotážnych žľabov chránené perforovaným oceľovým štítom. Barbotážne žľaby sú naplnené roztokom kyseliny boritej. Konštrukcia VBK umožňuje hydraulické utesnenie medzi atmosférou hermetických priestorov a priestorom za barbotážnymi kondenzátormi.

Na bočnej stene žľabu (poschodia) nad hladinou chladiva sú umiestnené spätné klapky DN 250 so samozamykacou funkciou, čím je tento priestor v určitých prípadoch prepojený smerom do priestoru šachty VBK.

Priestor nad hladinou barbotážnych žľabov je potrubím DN 500, prechádzajúcim stenou cez dve spätné klapky DN 500, prepojený so záchytnou komorou - plynojemom.

Pred potrubím DN 500 je umiestnený odlučovač vody, ktorého úlohou je obmedziť prienik kvapalnej fázy z priestoru nad korýtkami do záchytných komôr.

Na vonkajšej vrchnej hrane stropu žľabu je z perforovaného plechu vytvorená zberná rímsa - lišta rozstrekovania, ktorá počas pasívneho vylievania žľabov sprchuje, resp. rozstrekuje roztok  $H_3BO_3$  do priestoru šachty VBK.

Na bočných stenách žľabu (na oboch stranách) sú montážne dvere, ktoré slúžia pre účely kontroly a opravy.

Plynojemy sú pripojené na poschodia barbotážnych žľabov.

### **Barbotážne žľaby:**

Žľab je nádoba, ktorej päť strán je vyrobených z ocelových plechov („nerez“) a šiesta, zadné čelo od záchytných plynojemov, je tvorená stenou záchytnej komory. Táto stena je pokrytá výstelkou z uhlíkového plechu a opatrená epoxidovým ochranným náterom,

Dno žľabu tvoria samostatné vane, v ktorých je roztok  $H_3BO_3$ . Medzery dvoch susedných vaní sú vždy po vrchnej časti prekryté klobúčikmi, ktoré takto vrchom prepájajú vane a pri chladivom naplnených vaniach vytvárajú vodný uzáver. Pre zabezpečenie rovnomerného prúdenia vzduchu a zabráneniu vytváraniu kondenzačných bublín veľkého rozmeru pri činnosti VBK je spodná hrana klobúčika zúbkovito profilovaná. Klobúčiky sú pomocou rebier privarené k dnám vaní tak, aby medzi spodnou hranou bočnej steny klobúčika a dnom vane ostal dostatočný priechod pre prúdenie parovzdušnej zmesi najmä počas výtokovej fázy LOCA havárie.

Rozmery žľabov boli navrhnuté tak, ako umožňovalo dispozičné riešenie stavby a z tohto dôvodu nie sú rozmery žľabov jednotné.

Zaplnenie vodou i vypúšťanie je možné uskutočňovať pre každé poschodie barbotážnych žľabov zvlášť, zo spoločného rozdeľovacieho kolektoru. Barbotážne žľaby majú sklon 2 ‰ smerom k reaktorovej nádobe.

Pre udržanie požadovanej teploty a koncentrácie roztokov v barbotážnych žľaboch je každé poschodie spojené cez kolektor s čerpadlom a chladičom. Tento okruh slúži tiež k prečerpaniu obsahu žľabov a k premývaniu dezaktivačným roztokom.

### **Blok spätných klapiek DN500**

Priestor nad hladinou barbotážnych žľabov je potrubím DN 500, prechádzajúcim stenou cez dve spätné klapky DN 500 prepojený so záchytnou komorou - plynojemom. Pred potrubím DN 500 je umiestnený odlučovač vody, ktorého úlohou je obmedziť prienik kvapalnej fázy z priestoru nad korýtkami do záchytných komôr. Účelom týchto klapiek je izolovať objem plynojemov natlakovaných vzduchom počas LOCA havárie od objemu kontajnementu. Toto potom umožňuje znížiť tlak a dosiahnuť a udržiavať podtlak (vákuum) v kontajmente.

Blok pozostáva zo spätných klapiek DN 500 s tlmičom nainštalovanými za sebou, komory (medzi klapkami) a nosnej príruby. Prvá klapka (v smere prúdenia) je inštalovaná bezprostredne na prírubu zabudovaného dielu, druhá na prírubu komory, vo vnútornom objeme ktorej sa nachádza prvá klapka. Komora je namontovaná na nosnú prírubu, ktorá je privarená priamo na ocelovú výstelku plynojemu.

Hydraulické charakteristiky bloku spätných klapiek s tlmičmi môžu významne ovplyvniť priebeh tlaku v HZ ako i jeho maximálnu hodnotu pri MPH. Preto bol v rámci jedného z bezpečnostných opatrení JE Mochovce (CONT-5 „Maximum tlaku v kontajmente“) vykonaný plnorozmerový test kompletnej zostavy originálnych spätných klapiek DN 500 (zahrňujúcim kompletnú vtokovú trasu) na experimentálnom zariadení GAP Siemens/KWU. Experimenty boli vykonané pre podmienky s výtokom čistého vzduchu ako i kombinovaným výtokom vzduchu a vody, simulujúcim strhávanie klapiek z barbotážnych korýtok do klapiek DN 500.

### **Samozatváracie spätné klapky DN250**

Priestor nad hladinou barbotážnych žľabov je prostredníctvom špeciálnych samozatváracích spätných klapiek DN 250 prepojený s priestormi šachty barbotážnej veže. Pozostávajú z nasledujúcich častí:

- teleso klapky;
- uzatvárací tanier s pákou a podperou;
- dvoch uzatváracích zariadení;
- dvoch vzdušníkov;
- dvoch prepúšťacích potrubí;
- dvoch prítlačných svoriek .

Účelom spätných klapiek DN 250 je:

- umožniť prietok vzduchu len v smere z priestoru nad žľabmi do priestoru šachty barbotéra,
- uzamykať sa v zatvorenej polohe pri dosiahnutí nastavenej hodnoty pretlaku;
- pri havárii s "malým" únikom chladiva do HZ umožniť vyrovnávanie tlaku medzi objemom nad barbotážnymi korýtkami a šachtou barbotážnej veže a zamedziť tak vytlačaniu vody zo žľabov
- pri havárii s "veľkým" únikom chladiva do HP na základe dosiahnutého vyššieho tlakového rozdielu uzamknúť trasu vyrovnávania tlaku medzi objemom nad hladinou žľabov a šachtou barbotážnej veže a odštartovať tak vyliatie vody z barbotážnych žľabov (spätné vytlačenie hydrouzáveru).

#### **6.4.2.3.3 Prevádzkové stavy - popis činnosti systému**

Pri vzniku netesnosti na zariadení I.O. resp. II.O, ktorá ma za následok stúpanie tlaku v HP prúdi paroplynná zmes z boxu PG cez vodné uzávery žľabov do záchytných komôr. V barbotážnom kondenzátore vodná para skondenzuje (prudko znižuje objem) a nekondenzujúce plyny (vzduch a vzácne plyny) prechádzajú z priestoru nad hladinou žľabov cez spätné klapky DN500 do záchytných komôr. Čiže vzduch a vzácne plyny z boxu PG uvoľnené z chladiva I.O. sú vytlačené parou do záchytných komôr.

Tento proces v spolupráci so sprchovým systémom po určitej dobe vytvorí v hermetickom priestore podtlak. Dochádza k postupnému otočeniu tlakových pomerov. Nastane pretlak v záchytných komorách voči priestoru nad hladinou v žľabov, dôjde k uzatvoreniu spätných klapiek DN500. Týmto dôjde k oddeleniu záchytných komôr od ostatných hermetických priestorov. Tlak v priestore pred vodným uzáverom (box PG) bude nižší ako nad hladinou v žľaboch a toto spôsobí vytlačanie vody zo žľabu do priestoru šachty lokalizácie havárie - nastáva pasívne sprchovanie VBS.

Prepúšťacie spätné klapky DN250 zabraňujú vyliatiu roztoku  $H_3BO_3$  zo žľabu pri malej havárii, ak sú odblokované fungujú ako spätné klapky. Pri väčšom pretlaku sú klapky mechanicky zablokované v zatvorenej polohe.

#### **Popis funkcie VBS počas havárie**

Pre uvedenie VBS do činnosti sú rozhodujúce tlakové rozdiely na vodnom uzávere, ktorý je vytvorený roztokom  $H_3BO_3$  v jednotlivých žľaboch.

Následkom tlakového rozdielu pred a za vodným uzáverom sa vytvorí nová hladina vody vnútri a mimo objemu korýtok barbotážnych žľabov.

Ak sa dosiahne maximálny možný rozdiel hladín vnútri a mimo korýtok barbotážnych žľabov, otvorí sa hydrouzáver, a tým dôjde k prebublávaniu plynu z boxu PG nad hladinu roztoku barbotéru. Prietok cez barbotážne žľaby zvýši tlak nad vodným uzáverom. Ak tlak nad vodným uzáverom dosiahne hodnotu otváracieho tlaku spätných klapiek DN500, nekondenzujúce plyny uniknú do pripojeného plynojemu. Parná frakcia parovzdušnej zmesi pretekajúca cez barbotážne žľaby skondenzuje a následne zvýši teplotu a hladinu vodnej náplne žľabov. Ak tlak v šachte barbotážnej veže dosiahne stanovenej hodnoty, potom dôjde k zablokovaniu samouzatváracích klapiek DN250 v zatvorenej polohe. Redukcia výtoku z miesta netesnosti spolu s akumuláciou tepla vo zostavách a stenách kontajneru spôsobí pokles tlaku v HP.

PO snížení tlakového rozdielu sa prietok cez barbotážne žľaby zastaví.

Ak samouzatváracie klapky zostávajú zablokované v zatvorenej polohe, tlakový rozdiel spôsobí úplné alebo čiastočné vyliatie a sprchovanie roztoku barbotéru, čo urýchli pokles tlaku v šachte barbotéru a v boxe PG.

Ak samouzatváracie klapky DN250 nie sú zablokované v zatvorenej polohe, tlakový spád sa vyrovná cez tieto klapky, takže k vyliatiu roztoku barbotéru nepríde.

Po dosiahnutí pohavarijného stavu sa prepoja natlakované záchytné komory s boxom PG, čím sa odtlakujú a lokalizovaný plyn sa vzduchotechnickým zariadením. Táto činnosť sa vykoná podľa špeciálneho programu.

#### **Pohavarijný stav:**

Po havárii, spôsobenej netesnosťou I.O., bude VBS znečistený Ra látkami. V hermetickom priestore bude udržiavaný podtlak sprchovým systémom a v záchytných komorách sa udržiava pretlak. Po obnovení činnosti vzduchotechnických systémov hermetického priestoru je možné vypustiť plyny a vzduch zo záchytných komôr do ostatných hermetických priestorov a odtiaľ cez filtre do okolia.

Pohavarijná činnosť bude vykonávaná podľa špeciálneho programu

#### **6.4.2.3.4 Zmeny konštrukcie systémov kontajneru**

Spevnenie konštrukcie VBS (vychádza z riešenia na EMO12) a je nasledujúce:

1. Stabilizácia krajných nosníkov voči účinkom vodorovných síl pretlaku na bočné steny (ohybové napätia, klopenie, krútenie) nasledovne:
2. Zabezpečenie prvého podlažia voči nadvihnutiu pomocou výstuh medzi hlavnými nosníkmi 1. a 2. poschodia mimo oblasť deflektora.

#### Systému pre potlačenie neprijateľného podtlaku v hermetickej zóne - rušiče vákua

Účelom systému rušičov vákua je zabrániť vytvoreniu nebezpečne hlbokého podtlaku v kontajneru, ktorý by mohol ohroziť integritu oblicovky kontajneru. Otvorením rušičou vákua dochádza k návratu tej časti atmosféry, ktorá bola v predchádzajúcej etape havárie premiestnená z hlavných priestorov HZ do plynojemov.

Systém tvorí niekoľko línií pripojených potrubím systému vzduchotechniky k plynojemu vakuobarbotážneho systému. Od každého plynojemu je vyvedená odbočka s nainštalovanými komponentmi systému. Odbočky sú pripojené k časti potrubí, ktoré sú neoddeliteľné od plynojemov. Každá línia je tvorená mechanickou spätnou klapkou a rýchločinnou klapkou.



Systému rušičov vákua je určený pre riešenie projektových havárií ako aj nadprojektových havárií vrátane ťažkých havárií. Je kategorizovaný ako bezpečnostný systém.

V oblasti ťažkej havárie nie je automatické otvorenie armatúr rušiča vákua vyžadované, armatúry je možné otvoriť diaľkovo ručne z príslušného bezpečnostného panelu na BD alebo ND.

Všetky armatúry systému rušiča vákua sú štandardne napájané zo systémov zaisteného napájania.

Pri normálnej prevádzke bloku je systém rušičov vákua v pohotovosti.

Rušič vákua musí byť počas a po havárii typu LOCA plne funkčný.

Ďalšie úpravy VBS a systémov kontajnementu boli vykonané pre potreby riadenia, resp. zníženia následkov ťažkých havárií, parametre ktoré presahujú dimenzovanie a kvalifikáciu zariadení pôvodného projektu. Jedná sa hlavne o nasledujúce úpravy vo väzbe na kontajnement:

1. Súbor opatrení a modifikácií pre riadenie zaplavenie šachty reaktora, ktorý zahrňuje nasledovné úpravy projektu
2. Systémy na riadenie koncentrácie horľavých a výbušných plynov v kontajnmente

#### **6.4.2.4 Systémy na odstraňovanie následkov havárií v kontajnmente**

Po ľubovoľnej havárii je v kontajnmente potrebné vytvoriť podmienky pre zníženie potenciálnych únikov RAL z HP a tiež následnú realizáciu opráv poškodeného technologického zariadenia bloku. K vytvoreniu takýchto podmienok je nutné najskôr vyčistiť vzduchový objem kontajnementu od RA aerosólov.

Po vyčistení - dekontaminácii HP sprchovým systémom alebo striekaním horúceho kondenzátu a odvedením kvapalín do špeciálnej kanalizácie, po dosiahnutí prijateľných podmienok atmosféry v HP nasleduje pohavarijný režim prevádzky vzduchotechnických systémov.

Po znížení aktivity vzduchu v HP pod dovolenú úroveň sa vzduchotechnický systém môže so súhlasom pracoviska radiačnej kontroly premanipulovať do ventilačného komína, pričom je spustený aj prívodný systém.

Program všetkých pohavarijných činností sa vypracúva operatívne podľa okamžitej reálnej situácie.

#### **6.4.2.5 Bezpečnostné hodnotenie - hodnotenie plnenia legislatívnych požiadaviek**

Legislatívne požiadavky na **výkonné** systémy kontajnementu vychádzajú z vyhlášky č. 50/2006 Z.z [II.9]. (Príloha 3, časť B, II. D) body **(1)**, **(4)** a **(14)** (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.5] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.9] je uvedené na konci tejto kapitoly).

Kompletné hodnotenie týchto bodov ako aj história medzinárodnej kvalifikácie - teoretické, experimentálne a výpočtové hodnotenie systému kontajnementu je uvedené v kapitole PpBS 6.3.4 „Bezpečnostné hodnotenie kontajnementu“.

Nižšie uvedené hodnotenie je špecificky zamerané na legislatívne požiadavky, týkajúce sa najmä sprchového systému, VBS a systému havarijnej izolácie:

**(1)** Jadrové zariadenie musí byť vybavené systémom ochrannej obálky, ktorý pri vzniku postulovaných iniciačných udalostí spojených s únikom rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia do životného prostredia

obmedzí tieto úniky tak, aby boli nižšie ako ustanovené medzné hodnoty únikov, ak nie je táto funkcia zabezpečená inými prostriedkami.

*Hodnotenie: Splnené - vid' kap. 6.3.1, JE EMO34 je vybavená systémom ochrannej obálky, projektom dimenzovanej na všetky postulované projektové havárie, na plnení tejto funkcie po vzniku uvedených udalostí sa tiež podieľa sprchový systém vid' kap. 6.4.2.1.2 a VBS vid' kap. 6.4.2.3. Splnenie bezpečnostných cieľov je tiež demonštrované výpočtovými analýzami radiačných následkov postulovaných projektových havárií.*

**(4)** Systém ochrannej obálky musí pozostávať z plnotlakovej obálky alebo obálky vybavenej systémom na zníženie tlaku a teploty, z uzatváracích zariadení a ventilačných a filtračných systémov, ktoré sú dimenzované na všetky postulované iniciačné udalosti, a musí zabezpečiť, že aj pri projektových haváriách sa neprekročia dovoľené parametre.

*Hodnotenie: Splnené - vid' kap. 6.3.1, kap. 6.3.4.1 - ochranná obálka je vybavená systémom na zníženie tlaku a teploty VBS vid' kap. 6.4.2.3 a sprchovým systémom vid' kap. 6.4.2.1.2. a systémom havarijnej izolácie HP vid' kap. 6.4.2.2, ktoré spoločne v súčinnosti zabezpečujú neprekročenie dovoľených parametrov a sú dimenzované na všetky postulované projektové havárie. Splnenie bezpečnostných cieľov je tiež demonštrované výpočtovými analýzami termohydraulickej odozvy kontajntentu na postulované projektové havárie.*

**(14)** Ak je použitý systém odvodu tepla z ochrannej obálky, musí byť navrhnutý tak, aby zabezpečil spoľahlivosť a zálohovanie funkcií systému pri jednoduchej poruche.

*Hodnotenie: Splnené - použitý sprchový systém je plne redundantný (3x100%).*

V porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.9], vyhláška č. 430/2011 [II.5] v časti B/II/D okrem vyššie uvedených osobitných požiadaviek obsahuje navyše body (17) až (23), ktoré sa týkajú nadprojektových a/alebo ťažkých havárií.

Záverom možno konštatovať, že projekt sprchového systému, VBS a systému havarijnej izolácie spĺňa všetky požiadavky definované pre podporný bezpečnostný systém vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.9], ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.5].

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

- [I.1] Tkáč A., Kossuth R: Konceptia zvýšenia efektívnosti prevádzky VTZ a účinnosti filtrácie vzduchu HP a RS, EMO3420376, DOSMO -S032000401T.
- [I.2] Results of the thermodyn. Analyses for the pressure differences and temperatures using the CO04/05 intermediate database , EUCOM jún 1997, KWU NS-S/97/E2018.
- [I.3] BC-strength at LOCA conditions, As-Built verification check, Pracovná správa: Pevnosť barbotéra v podmienkach LOCA, NDA2/96/0239, EUS-190-EMO.
- [I.4] Strength Analysis of BC Structures and Preliminary Assessment, Pevnostná analýza konštrukcií barbotéra a predbežný odhad, NDA2/96/0524, 3.12.1996, EUS-204-EMO.
- [I.5] Bubbler condenser strength at LOCA conditions. Verification test report, Pevnosť barbotážneho kondenzátora počas LOCA havárie. Správa z overovacej skúšky., NDA2/97/0115, 20.3.1997, EUS-537-EMO.
- [I.6] Bubbler condenser strength assessment on representative load at accident conditions conclusions for upgrading, Hodnotenie pevnosti barbotážneho kondenzátora pre charakteristické zaťaženie v prípade havarijných podmienok. Závěry a vylepšenia., NDA2/97/0127, 7.5.1997, EUS-446-EMO.
- [I.7] Bubbler condenser strenght at LOCA conditions, DD upgradnig of steel structures., Pevnosť barbotážnej veže pri LOCA podmienkach. Vykonačací projekt. Vylepšenie oceleovej konštrukcie., NDA2/97/0227, 7.7.1997, EUS-592-EMO.
- [I.8] Bubbler condenser strength at LOCA conditions. Final load specification and assessment on upgrad, Pevnosť barbot. kondenzátora pri LCA podmienkach. Špecifikácia konečnej záťaže a hodnotenia na vylepšenie, NDA2/97/0242, 30.6.1997, EUS-633-EMO.
- [I.9] Bubbler condenser strenght at LOCA conditions, DD upgrading of anchorage, Napätie barbotéru pri LOCA podmienkach. Vylepšenie ukotvenia, NDA2/97/0271, 18.7.1997, EUS-593-EMO.
- [I.10] Assessment of the maximum pressure across the bubbler condenser device, Stanovenie maximálneho tlaku v barbotážnom žľabe, NS-S/1997/2002, 24.1.1997, EUS-264-EMO.
- [I.11] Project PH 2.13/95 – Bubble Condenser Experimental Qualification , Stress Analysis Report Document BC-D-VU-EA-0008, Issue 2 January 1999.
- [I.12] JP, arch. č EGP 4403-8-980053.
- [I.13] Holubec J., Baumeister P.: “The Common Project For Completion Of Bubbler Condenser Qualification (Bohunice, Mochovce, Dukovany and Paks NPP)“ Nuclear Energy for New Europe, Portoroz, Slovenia, September 8-11, 2003.
- [I.14] „Answers to Remaining Questions on Bubbler Condenser“ – Activity Report of the OECD NEA Bubbler-Condenser Steering Group, Nuclear Safety NEA/CSNI/R(2003)12, January 2003.
- [I.15] Scenár pre uvedenie bloku do bezpečného stavu po seizmickej udalosti, DOSMO - DMO/022/2701.

[I.16] S012000501T\_F3 - Požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia 3. a 4. bloku JE Mochovce.

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

- [II.1] Bezpečnostný návod BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, 11/2008
- [II.2] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Vienna, 5/2004.
- [II.3] Zákon č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov, 9. september 2004.
- [II.4] Vyhláška č. 31/2012 Z. z, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [II.5] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.6] IAEA Safety Guide NS-G-1.10, part 4.147.
- [II.7] Zákon č. 350/2011 novela zákona č. 541/2004.
- [II.8] Rozhodnutie č. 267/2008 ÚJD SR.
- [II.9] Vyhláška ÚJD SR č. 50/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich umiestňovaní, projektovaní, výstavbe, uvádzaní do prevádzky, prevádzke, vyradovaní a pri uzatvorení úložiska, ako aj kritériá pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [II.10] Bezpečnostný návod BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, 1/2014
- [II.11] Rozhodnutie ÚJD SR č. 63/2015: Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa dokumentov PNM34361188 a PNM34361189
- [II.12] Vyhláška ÚJD SR č. 56/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na dokumentáciu systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu jadrových zariadení, podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania

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