



# Technická správa

## Predprevádzková bezpečnostná správa

### Kapitola 06.07.02.06 Systém čistenia chladiva primárneho okruhu

**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

<b>SE Rev</b>	<b>Date / Dátum</b>	<b>IS</b>	<b>Supervision Outcome / Stav schválenia</b>	<b>Supervised by / Overil</b>			<b>Checked by / Kontroloval</b>	<b>Approved by / Schválil</b>	
			<b>Language / Jazyk</b>	<b>S</b>	<b>Safety Class / Bezpečnostná trieda</b>	<b>N</b>	<b>SEC. INDEX / INDEX utajenia</b>	<b>Company use/P</b>	
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:		Approval / Schválenie	X	Information Only / Len na informáciu		
<i>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.</i>									
<b>EPS No / Číslo EPS: PNM34360053</b>			<b>Revision index / Index revízie: 10</b>		<b>Size / Veľkosť</b>	<b>Activity Code / Aktivita</b>	<b>Type / Subtype Typ / Podtyp</b>	<b>Discipline / Profesia</b>	<b>Plant Unit / Blok elektrárne</b>
<b>File name / Názov súboru:</b>		<b>SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361082</b>			A4	6.01	RS	Z	8
 * P N M 3 4 3 6 1 0 8 2 1 0 *					<b>Sheet / List</b>	<b>Of / z</b>		<b>Plant System / Systém elektrárne</b>	<b>Component / Komponent</b>
					1	18			

<b>SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952</b>				<b>VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09</b>			
<b>Part name / Označenie časti: PNM3436108210_S_C00_V</b>				<b>Issued on / Vydané dňa: 24.06.2019</b>			
<b>Kód citlivosti<sup>1)</sup> / Sensitivity code<sup>1)</sup></b>	3	<b>Name / Meno</b>	<b>Organization / Organizácia</b>	<b>Dept. / Útvar</b>	<b>Date / Dátum</b>	<b>Signature / Podpis</b>	
<b>Author / Vypracoval:</b>			• VUJE, a.s.	• 0760	• 24.06.2019		
<b>Co-author / Spolupracoval:</b>			•	•	•		
<b>Checked by / Kontroloval:</b>			• VUJE, a.s.	• 0520	• 24.06.2019		
<b>Verified by / Overil:</b>			• VUJE, a.s.	• 0720	• 24.06.2019		
<b>Approved by / Schválil:</b>			• VUJE, a.s.	• 1700	• 24.06.2019		

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
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

# List of document part

## Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Kapitola 06.07.02.06 Systém čistenia chladiva primárneho okruhu	• PNM3436108210_S_C00_V.doc	• 10
2.	• Kapitola 06.07.02.06 Systém čistenia chladiva primárneho okruhu	• PNM3436108210_S_C01_V.doc	• 10
3.	.	.	.
4.	.	.	.
5.	.	.	.
6.	.	.	.
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.
11.	.	.	.

## OBSAH

<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ .....</b>	<b>5</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>6</b>
6.7.2.6. Systém čistenia chladiva primárneho okruhu .....	6
6.7.2.6.1 Opis systému .....	6
6.7.2.6.1.1 Účel systému .....	6
6.7.2.6.1.2 Popis projektu systému a funkčnosti .....	7
6.7.2.6.1.2.1 Bezpečnostné funkcie .....	8
6.7.2.6.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostných tried a seizmická kategorizácia .....	8
6.7.2.6.1.2.3 Väzby na iné systémy .....	9
6.7.2.6.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém .....	9
6.7.2.6.1.2.5 Elektrické napájanie .....	9
6.7.2.6.1.2.6 Systém kontroly a riadenia .....	10
6.7.2.6.1.3 Prvky projektu .....	10
6.7.2.6.1.3.1 Hlavné komponenty .....	10
6.7.2.6.1.3.2 Dispozičné riešenie .....	11
6.7.2.6.1.4 Činnosť obsluhy .....	11
6.7.2.6.1.5 Prevádzkové stavy bloku .....	12
6.7.2.6.1.5.1 Normálna prevádzka bloku .....	12
6.7.2.6.1.5.2 Prevádzka bloku za abnormálnych a havarijných podmienok .....	13
6.7.2.6.1.6 Prevádzkové režimy systému .....	13
6.7.2.6.1.6.1 Nominálny režim prevádzky .....	13
6.7.2.6.1.6.2 Prevádzka systému pri prevádzke bloku na výkone .....	13
6.7.2.6.1.6.3 Prevádzka systému pri nábehu bloku .....	14
6.7.2.6.1.6.4 Prevádzka systému v režime pri plánovanom odstavení bloku .....	14
6.7.2.6.1.6.5 Abnormálna prevádzka systému .....	14
6.7.2.6.2 Technické hodnotenie systému .....	14
6.7.2.6.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia .....	14
6.7.2.6.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť .....	15
6.7.2.6.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií .....	15
6.7.2.6.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy .....	15
6.7.2.6.2.3.2 Porucha so spoločnou príčinou .....	15
6.7.2.6.2.4 Analýza spoľahlivosti .....	15
6.7.2.6.2.5 Preukázanie plnenia legislatívnych požiadaviek .....	16
6.7.2.6.2.5.1 Preukázanie plnenia požiadavky zaistenia kvality .....	16
6.7.2.6.2.5.2 Preukázanie splnenia kvalifikačných požiadaviek .....	16
6.7.2.6.3 Bezpečnostné zhodnotenie .....	16
<b>LITERATÚRA .....</b>	<b>18</b>

## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

HCP	hlavné cirkulačné potrubie
HCC	hlavné cirkulačné čerpadlo
HVB	hlavný výrobný blok
I.O.	primárny okruh
JE	jadrová elektráreň
LaP	Limity a podmienky
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MO34	Jadrová elektráreň Mochovce 3. a 4. Blok
NT	nízkotlakový
PCS	system riadenia bloku (Plant Control System)
PpBS	predprevádzková bezpečnostná správa
PS	prevádzkový súbor
PSA	pravdepodobnostná analýza bezpečnosti
RAO	rádioaktívny odpad
RČA	rýchločinná armatúra
SOR	system ochrany reaktora
SZN	System zaisteného napájania
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

## ÚVOD

Kapitola 06.07.02.06 PpBS [I.1] hovorí o spôsobe a systéme odstraňovania mechanických nečistôt, štiepných a aktivačných produktov z chladiva I.O. a je vypracovaná v súlade s bezpečnostným návodom ÚJD SR BNS I.1.2/2008 [II.6], pričom bolo prihladené k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR [II.1] (v primeranom rozsahu), a v súlade so súvisiacou legislatívou Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1 [II.2], Zákon č. 541/2004 Z.z. [II.3], Vyhláška č. 58/2006 Z. z ÚJD SR [II.5]. Pri vypracovaní kapitoly 06.07.02.06 PpBS boli rešpektované pripomienky uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008.

### 6.7.2.6. Systém čistenia chladiva primárneho okruhu

#### 6.7.2.6.1 Opis systému

Systém kontinuálneho čistenia chladiva primárneho okruhu klasifikovaný ako systém súvisiaci s bezpečnosťou musí byť tesný a zabráňovať únikom aktívneho média do priestoru, musí byť schopný odstraňovať korózne produkty a produkty štiepenia a udržiavať požadované parametre čistoty chladiva I.O. pri normálnej a abnormálnej prevádzke bloku.

Funkcia časti systému poskytujúca regeneratívny ohrev a chladenie chladiva I.O. do a z I.O. musí spĺňať podľa projektu očakávaný stupeň seizmických udalostí.

##### 6.7.2.6.1.1 Účel systému

Počas prevádzky reaktora sa do chladiva I.O. dostávajú v dôsledku korózie konštrukčných materiálov korózne produkty a štiepne produkty, ktoré môžu prenikať cez netesné pokrytie palivových článkov a nečistoty prichádzajúce v doplňovacej vode alebo v dávkovaných chemikáliách.

Systém kontinuálneho čistenia chladiva primárneho okruhu je určený:

- na udržiavanie kvality chladiva I.O. na hodnotách požadovaných podľa LaP [I.8],
- na ochladenie odpúšťaného chladiva I.O. pred filtračným zariadením systému,
- na ohrev chladiva za filtrami vracajúceho sa do I.O. (systém regenerácie),

a umožňuje:

- dezaktiváciu slučiek I.O.,
- počiatočné naplnenie I.O. a jeho vyprázdňovanie.

Nečistoty vo forme mechanických častíc spôsobujú tvorbu nánosov, čo vedie k zanášaniam trás a tým k znižovaniu prestupu tepla. Štiepne a aktivačné produkty sú zdrojmi kontaminácie I.O.

Čistiaca stanica je aj regulátor obsahu chemikálií určených na korigovanie chemického režimu. Systém ionexových filtrov zachytáva rušivé prímеси z chladiva a žiadúce komponenty ponecháva v ňom rozpustené. Tu sa využíva schopnosť ionexov selektívne viazať určitý (konkrétny) druh iónov.

#### 6.7.2.6.1.2 Popis projektu systému a funkčnosti

Systém čistenia chladiva I.O. je jednoblokový systém tvorený dvoma funkčne rovnocennými a vzájomne zastupiteľnými filtračnými linkami.

Zdvojenie čistiacich liniek umožňuje:

a) zdvojnásobenie kapacity čistenia chladiva,

b) prevádzkyschopnosť zariadenia pri odstavení jednej čistiacej linky z dôvodu:

- poruchy zariadenia „pracovnej“ linky,
- nutnosti kyprenia ionexov „pracovnej“ linky,
- nutnosti regenerácie ionexov filtrov „pracovnej“ linky,
- vyplavovania vysýtených ionexov „pracovnej“ linky.

Systém kontinuálneho čistenia chladiva je tvorený dvoma rovnocennými okruhmi, ktoré zaisťujú zachytávanie korózných a rádiochemických nečistôt na nízkoteplotných vysokotlakých ionomeničových filtroch.

Ku prietoku cez filtre oboch liniek dochádza v dôsledku tlakového spádu medzi výtlakom a saním HCČ.

Tento systém zabezpečuje tiež regeneračný ohrev chladiva doplňovaného do primárneho okruhu. Katexom plnený filter zachytáva v chladive obsiahnuté produkty korózie konštrukčných materiálov a zbavuje chladivo rozpustených produktov v kationovej forme. Anexom plnený filter zabezpečuje záchyt v chladive obsiahnutých rádiochemických nečistôt v aniónovej forme.

Pre správnu funkciu katexového a anexového filtra je potrebné ionexové náplne po zvýšení tlakového spádu na filtroch kypriť, prípadne prať a po znížení ich schopnosti záchytu je potrebné náplne regenerovať. Zmesný filter sa neregeneruje. Po vyčerpaní schopnosti záchytu i po regenerácii je vysýtená ionexová náplň z filtrov hydraulicky vyplavovaná.

Kyprenie a regenerácia filtrov, premývanie lapača ionexov a vyplavovanie ionexov v systéme možno iba po odpojení trás od I.O. a znížení tlaku na filtračnej stanici. Činnosti je možné vykonávať len oddelene pre jednotlivé aparáty.

Pred filrami systému je nainštalovaný polovodičový gamaspektrometrický systém monitorujúci gama aktivitu chladiva (štiepne produkty uvoľňované cez netesnosti pokrytia palivových článkov, aktivačné produkty a produkty korózie materiálov I.O.). Gamaspektrometrickým monitorom je zabezpečovaná prevádzková kontrola hermetičnosti paliva. Na každom reaktorovom bloku je jeden merací systém (spoločný je pre obe vetvy systému KBF). Gamaspektrometrický systém meria na dvoch potrubných trasách odberu vzoriek zo systémov, a to vždy iba jednu. Vzorka chladiacej vody primárneho okruhu je odoberaná pred filrami, s návratom za filtrom.

Za filrami systému je nainštalovaný i monitor objemovej aktivity rádioaktívnych vzácných plynov v chladive I.O. Meria objemovú aktivitu vzácných plynov v chladive I.O., hlavne <sup>88</sup>Kr a <sup>87</sup>Kr, za účelom zistenia počiatočných štádií porušenia pokrytia paliva – tzv. plynové netesnosti. Na každej filtračnej linke systému KBF je jeden monitorovací systém (dva monitory na blok). Monitor kryptónu v chladive I.O. je založený na monitore kvapalín (scintilačný spektrometer).

#### 6.7.2.6.1.2.1 Bezpečnostné funkcie

Základnou bezpečnostnou funkciou, ktorú systém plní je „zadržanie rádioaktívnych látok vo vnútri fyzických bariér“. Systém spolupracuje na plnení tejto funkcie prostredníctvom čistenia chladiva I.O. V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.4] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ [I.6] systém čistenia chladiva primárneho okruhu plní bezpečnostné funkcie podľa kategorizácie zariadení do BT III [II.4]:

Filtračné linky:

(3j) „zariadenia nevyhnutné na obmedzenie výpustov alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pod ustanovené limity pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke“.

Regeneračné tepelné výmenníky a dochladzovače:

(3a) „zariadenia na zabránenie neprípustných prechodových procesov spojeným so zmenami reaktivity“.

Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 [II.7] v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.4] v Prílohe č.1 upravuje písmeno a znenie kritériá pre kategorizáciu VZ pre Filtračné linky:

(3n) „zariadenia nevyhnutné na obmedzenie výpustí alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke“

Pre zariadenia zaradené do BT II (RČA s tesnením BT II) podľa [II.4]:

(2g) " zariadenia nevyhnutné na obmedzenie únikov rádioaktívnych látok z ožiareného paliva z ochrannej obálky pri havarijných podmienkach a po ich uplynutí "

#### 6.7.2.6.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostných tried a seizmickej kategorizácia

Systém kontinuálneho čistenia chladiva je z hľadiska bezpečnosti dôležitý, ide o systém súvisiaci s bezpečnosťou (SRS) a klasifikovaný v bezpečnostnej triede BT III (iba uzatváracie armatúry na vstupe a výstupe sú klasifikované v BT II).

**Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.7], §3, resp.Príloha č. 1 a Príloha č. 2, časť B, ods. II, pre vybrané zariadenia systému nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.4].**

Z uvedeného a s odvolaním na obsah a konštatovania v kapitole 6.7.2.6.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.7]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, vid' §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014) **spĺňajú**.

Systém ako celok (zariadenia a potrubné trasy) je v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.4] zaradený do bezpečnostnej triedy BT III s plnením bezpečnostnej funkcie 3j. Zariadenia a potrubné trasy, ktoré plnia bezpečnostnú funkciu 3j, sú klasifikované do seizmickej kategórie 2b. Regeneračné výmenníky a dochladzovače, ktoré plnia bezpečnostnú funkciu 3a (na zabránenie neprípustným prechodovým procesom spojeným so zmenami reaktivity), sú zaradené do seizmickej kategórie 1b a musia byť tesné. Ventily s elektrickým pohonom, ktoré pri seizmických udalostiach oddelia časť



systému zaradenú do seizmickej kategórie 2b, sú zaradené do 1a, a tiež ktoré môžu byť použité na bypass filtračnej stanice.

Rýchločinné oddeľovacie ventily sú klasifikované v seizmickej kategórii 1a.

#### **6.7.2.6.1.2.3 Vázby na iné systémy**

Kvôli funkčnej spôsobilosti systému čistenia chladiva primárneho okruhu musí byť zabezpečená vzájomná spolupráca zariadení tohto systému.

#### **6.7.2.6.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém**

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky **ÚJD SR č. 430/2011 [II.7]** a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“) uvedené v kap. 6.7.2.6.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky **ÚJD SR č. 50/2006 [II.4]**, Príloha č. 3, v časti:

- B/II/B - Systém dopĺňania primárneho okruhu a systém čistenia chladiva,
  - (2) „Systém čistenia chladiva sa musí projektovať tak, aby bol schopný odstraňovať produkty korózie a produkty štiepenia, ktoré unikajú z porušených palivových článkov, a pritom udržiavať požadované parametre čistoty chladiva primárneho okruhu“.

a sú uvedené v kapitole 6.7.2.6.3 tohto dokumentu.

**Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.7] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 pre vybrané zariadenia systému čistenia chladiva I.O. (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.7.2.6.3 nižšie.**

#### **6.7.2.6.1.2.5 Elektrické napájanie**

Systémy napájania a požiadavky sú popísané v kapitole PpBS 06.06 [I.7]. Riešenie napájania pomocných systémov bloku a podrobnejší popis sa nachádzajú v dokumentoch Vykonávacieho projektu.

Zdrojom napájania elektrospotrebičov sú podružné rozvádzače. Systém napájania je riešený tak, aby boli zabezpečené požiadavky napájania jednotlivých spotrebičov.

#### **Elektrické zariadenie prevádzkového súboru**

Elektrické napájanie týchto zariadení je uvedené v predpisoch:

- Tabuľka elektronapájania zariadenia I.O a jeho priradenie zmenovej obsluhy elektro,
- Elektrické napájanie zariadení I.O [I.5],
- Silové rozvody 04kV v HVB.

Spotrebiče sú napájané z podružných rozvádzačov.

Zoznam armatúr v Systéme kontinuálneho čistenia chladiva primárneho okruhu je vo vykonávacom projekte.

Vo vykonávacom projekte sú uvedené aj parametre napájania elektrospotrebičov spolu s ich bezpečnostnými parametrami. Ostatné spotrebiče (armatúry) sú buď v kategórii SSB (systémy so vzťahom ku bezpečnosti) alebo SNB (systémy nedôležité pre bezpečnosť). Preto je napájanie spotrebičov riešené z troch kategórií SZN (1,2,3) alebo N, a seizmická kategória napájania je 1a alebo 2b.

#### **6.7.2.6.1.2.6 Systém kontroly a riadenia**

SKR systému kontinuálneho čistenia vody I.O. je zahrnutý v SKR pre NI. SKR Pomocných systémov primárneho okruhu je umiestnený v budove reaktorov a popis ovládania je uvedený vo vykonávacom projekte. Popis radiaceho systému je uvedený v kapitole PpBS 06.05 Systém kontroly a riadenia.

Vybrané technologické systémy sú riadené z BD a ND a automatickou logikou, ide o meranie fyzikálnych veličín a ovládanie technologických zariadení. Zariadenia systému dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti JZ (armatúry na vstupe, výstupe a obtoku) sú ovládané automaticky signálmi – tento systém SKR má v kapitole 06.05 PpBS (t.j. „SKR“) svoju osobitnú podkapitolu - kapitola 06.05.03 [I.2].

Ostatné zariadenia (prevádzkové) systému sú ovládané signálmi zo systému PCS – tento systém SKR má v kapitole 06.05 PpBS (t.j. „SKR“) svoju osobitnú podkapitolu - kapitola 06.05.05.07 [I.3].

Povelové signály pre ventily sú klasifikované podľa normy IEC 61226 v triedach A, B, C. Všeobecne platí: pre zemetrasenie signály A, v prípade straty signálu napájania B, pre iné funkčné parametre ako je teplota alebo prietok C.

V dokumente LaP [I.8] je uvedený zoznam odberových miest pre riadenie a reguláciu a pre RK. Obsahuje merania prietoku, pH, vodivosti, obsahu draslíku, vodíku a čpavku, meranie koncentrácie H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, meranie gama aktivity a objemovej aktivity <sup>88</sup>Kr v chladive I.O., meranie tlakovej straty a tesnosti prírub. Merania spĺňajú seizmické kategórie 1b a 2b a sú zaradené do BT III.

Dokumentácia opisuje systémy SKR pre normálne riadenie a prevádzku technologických zariadení v HVB.

#### **6.7.2.6.1.3 Prvky projektu**

##### **6.7.2.6.1.3.1 Hlavné komponenty**

###### **a) Regeneračný výmenník, Dochladzovač**

Regeneračný výmenník s dochladzovačom je blok piatich vodorovných regeneračných výmenníkov a jedného vodorovného dochladzovača uložený v oceľovej konštrukcii na troch poschodiach konštrukcie vždy po dvoch.

Chladivo I.O. zo studených vetiev cez armatúry potrubím postupuje do kolektora, z ktorého je odvádzané do okruhu čistenia. Analogicky je z výtlaku HCČ slučiek HCP č.2,4,6 privádzané chladivo z druhého kolektora do okruhu čistenia. Jeden okruh je určený ako pracovný, druhý ako rezervný. V oboch prípadoch vstupuje chladivo I.O. na filtračné zariadenie cez regeneračný výmenník a dochladzovač. Po vychladení v medzirúrkovom priestore regeneračného výmenníka a dochladzovača

postupuje chladivo I.O. na filtračné zariadenie. Po prefiltrovaní sa voda I.O. ohreje v rúrkovom priestore vyššie uvedených regeneračných výmenníkov a vracia sa cez kolektor a armatúry na sania príslušných HCČ.

Dochladzovacia časť je tvorená jedným výmenníkom, v ktorého medzirúrkovom priestore sa dochladzuje chladivo I.O. z posledného z piatich regeneračných výmenníkov, v rúrkach potom prúdi voda vloženého okruhu HCČ.

#### **b) Katexový filter**

Katexový filter zachytáva v chladive obsiahnuté produkty korózie konštrukčných materiálov, zbavuje chladivo rozpustených produktov v kationovej forme a zabezpečuje stabilitu chemického zloženia vody I.O. hlavne tmiacim účinkom ionexovej náplne. Katexový filter je zavezený katexovou náplňou.

Katexový filter je stojatá valcová nádoba, na ktorej sú privarené 3 segmenty krúžkov. Filter je voľne podoprený prstencom podstavca so 4 nohami.

#### **c) Anexový filter**

Anexový filter zachytáva v chladive obsiahnuté rádiochemické nečistoty v aniónovej forme, čistí vodu I.O. od chloridov a aniónov kyselín pri ich zvýšenej koncentrácii v I.O. a dočisťuje chladivo od produktov korózie, ktoré prešli cez katexový filter, alebo od produktov v aniónovej forme. Anexový filter je zavezený anexovou náplňou, povoľuje sa použitie aj iného anexu zodpovedajúcej kvality.

Konštrukcia anexového filtra je rovnaká ako u katexu.

#### **d) Zmesný filter**

Na čistiacej linke je zaradený jediný filter zmesného typu, ktorý je zavezený katexovou náplňou a anexovou náplňou.

Jeho konštrukcia je rovnaká ako u katexu a anexu.

#### **e) Lapač ionexových častíc**

Lapač je mechanický štrbinový filter. Ku zachytávaniu ionexových častíc dochádza na filtračných patrónach. Mechanické lapače ionexových častíc sú zabudované vo výstupných potrubiach oboch okruhov.

### **6.7.2.6.1.3.2 Dispozičné riešenie**

Pretože sa jedná o zariadenie pracujúce s aktívnym médiom umiestnené v priestoroch bez dozoru, kontrola ventilov je vyvedená do miest kde má operátor systému čistenia chladiva I.O. prístup.

### **6.7.2.6.1.4 Činnosť obsluhy**

Činnosť obsluhy spočíva v riadení a kontrole priebehu jednotlivých operácií. Obsluha riadi a diaľkovo ovláda zariadenie, uskutočňuje priebežnú kontrolu zariadení, jeho prevádzkových parametrov, uskutočňuje manipulácie pre zaistenie jednotlivých prevádzkových režimov a vydáva inštrukcie ostatnému prevádzkovému personálu.

Prevádzka sa riadi podľa prevádzkového predpisu [I.4].

Udržiavanie nominálnych prevádzkových režimov kontroluje sledovaním prevádzkových parametrov a signalizácie odchýliek od ich nominálnych hodnôt.

Obsluha kontroluje:

- prietok chladiva cez filtre systému,
- teplotu média na vstupe do regeneračných výmenníkov,
- teplotu média na výstupe z dochladzovačov,
- tlakovú stratu filtrov (počas prevádzky je potrebné kontrolovať: priechodnosť naväzujúcich potrubných vetiev),
- chemické a rádiochemické parametre chladiva I.O.,
- funkciu elektroarmatúr,
- prietok a teplotu technickej chladiacej vody,
- obsluha zároveň vykonáva pravidelné obhliadky zariadení dostupných z hľadiska radiačnej bezpečnosti.

#### **6.7.2.6.1.5 Prevádzkové stavy bloku**

Čistiaca stanica chladiva I.O. za normálnej prevádzky bloku pracuje v režime čistenia chladiva. Počas abnormálneho stavu reaktora a v havarijných stavoch sa prevádzka systému nepredpokladá.

##### **6.7.2.6.1.5.1 Normálna prevádzka bloku**

Chladivo I.O. z výtlačky je vedené do filtračnej linky. Analogicky je z výtlačky privádzané chladivo do linky. Jedna linka je určená ako pracovná, druhá ako rezervná. Operátor môže zvoliť, ktorá linka bude nastavená ako pracovná a ktorá ako rezervná.

Voda I.O. vstupuje do filtračných liniek cez regeneračný výmenník a dochladzovač. Po vychladení v dochladzovači je chladivo I.O. chladené vodou vloženého okruhu. Chladivo I.O. postupuje do filtračnej linky zariadenia, odkiaľ sa po ohriatí v rúrkovom priestore regeneračných výmenníkov vracia späť do jednotlivých slučiek HCP.

V režime doplňovania primárneho okruhu je doplňujúca voda privádzaná trasami k regeneračnému výmeníku od čerpadiel doplňovania a bórovej regulácie a po ohriatí postupuje k jednotlivým slučkám primárneho okruhu.

Podobný proces je určený pre plnenie primárneho okruhu v režime bórovej regulácie so súčasným odpúšťaním chladiva z I.O. (cez jednu z trás).

V prípade nízkej kapacity bórovej regulácie s dávkovaním bóru alebo čistého kondenzátu, pretlak v plnení čerpadiel výtlačných potrubí zapríčini uzatvorenie spätného ventilu a prietok cez filtračnú stanicu klesá až na hodnotu množstva vypúšťanej kvapaliny v trase cez regulačný ventil do odplyňovača.

Pri nižšom prietoku ventil nainštalovaný v obtokovom potrubí filtračnej stanice je otvorený automaticky, chladivo preteká cez neho a ďalej do trasy odpúšťania vybavenej regulačným ventilom do plnenia odplyňovača. Chladivo preteká tiež cez obtokové potrubie v väčšom prípade prietoku za dochladzovačom.

#### **6.7.2.6.1.5.2 Prevádzka bloku za abnormálnych a havarijných podmienok**

Prevádzka systému čistenia chladiva I.O. nie je povolená za abnormálnych a havarijných podmienok.

#### **6.7.2.6.1.6 Prevádzkové režimy systému**

Prevádzka systému čistenia chladiva I.O. sa riadi podľa prevádzkového predpisu [I.4].

##### **6.7.2.6.1.6.1 Nominálny režim prevádzky**

Systém čistenia vody I.O. pracuje v troch základných prevádzkových režimoch:

**Prevádzka systému pri prevádzke bloku na výkone.** V prevádzke bloku sú obidve linky prevádzkyschopné, vzájomne zastupiteľné a rovnocenné. Z rezervy sa druhá linka pripája :

- pri potrebe zvýšiť množstvo čisteného chladiva,
- pri kyprení, praní (u katexového a anexového filtra i pri regenerácii) pracovnej linky,
- pri poruche linky.

Čistenie prebieha spôsobom, ktorý bol už popísaný.

**Prevádzka pri nábehu bloku.** Filtre sú zavezené novými ionexovými náplňami, filtračné zariadenie oboch liniek je odpojené od I.O. V celom systéme je atmosferický tlak, filtre sú zaplnené čistým kondenzátom a sú uzavreté.

**Prevádzka pri plánovanom odstavení bloku.** Systém čistenia chladiva je v prevádzke pri práci troch až šiestich HCČ. Pred odstavením štvrtého HCČ je potrebné oddeliť filtre od I.O.

##### **6.7.2.6.1.6.2 Prevádzka systému pri prevádzke bloku na výkone**

V nominálnom režime je v prevádzke jedna z dvoch čistiacich liniek, alebo obe. Obidve trasy sú funkčne rovnocenné a vzájomne zameniteľné. Jedna trasa je označená ako „pracovná“. V činnosti sú nasledujúce zariadenia: regeneračný výmenník, dochladzovač, katexový filter, anexový filter, lapač ionexových častíc.

Ak je druhá trasa „záložná“, potom sú ventily v tejto trase uzavreté.

Pri prevádzke systému sú filtre v prevádzke s otvorenými armatúrami na ich vstupe, výstupe a medzi nimi a so zatvoreným obtokom filtrov. Otvorené sú aj RČA na trase odberu vzoriek z filtrov.

Aby mohla byť daná vetva filtrov, resp. daná vetva odpúšťania v prevádzke, musia byť v prevádzke dochladzovače, tzn. musí byť vytvorený taký prietok VO HCČ cez dochladzovač aby teplota za ním bola akceptovateľná, inak budú filtre automaticky odpojené.

#### **Režim kyprenia náplne filtrov**

Po zvýšení tlakového spádu na filtroch sa vykonáva kyprenie náplne filtrov. Kyprí sa katexový i anexový filter jednotlivo prietokom tlakového vzduchu. Po kyprení môže nasledovať pranie s vodou vlastnej spotreby (VVS).

#### **Režim regenerácie filtrov**

Regenerácia katexu sa vykonáva cca raz za rok počas odstávky, regenerácia anexu dvakrát ročne, regenerácia zmesného filtra sa nevykonáva. Pred regeneráciou sa náplň filtra prekyprí a preperie.

Po skončení regenerácie kyslým a alkalickým roztokom dochádza ku preplachu vodou vlastnej spotreby trasou chemických reagentov (systémom dopĺňovania).

#### **Režim vyplavovania a zavezenia ionexov**

Nová iónomeničová náplň sa naplavuje pomocou zaväzacieho zariadenia horným hrdlom do telesa filtrov počas odstavenia reaktora pri výmene paliva. Po ukončení kyprenia, preplachu, po regenerácii alebo vyplavovaní vysýtených filtračných hmôt je potrebné priviezť do všetkých trás a filtrov NT čerpadlom kyseliny boritej na preplach čidiel SKR roztok  $H_3BO_3$  koncentrácie zhodnej s koncentráciou  $H_3BO_3$  v chladive I.O. namiesto vody vlastnej spotreby, s cieľom zabrániť jej preniknutiu do I.O. reaktora po pripojení systému k I.O.

#### **6.7.2.6.1.6.3 Prevádzka systému pri nábehu bloku**

Filtre sú zavezené novými iónomeničovými hmotami. Filtračné zariadenia oboch trás sú oddelené od I.O. V celom systéme je atmosferický tlak.

Po ukončení prác s pohonmi SOR sa vykonáva doplňovanie I.O., zaplnenie vyprázdnených oddeliteľných častí slučiek roztokom  $H_3BO_3$  a ich pripojenie k reaktoru.

Celý systém je naplnený roztokom; príslušné armatúry na trasách sú otvorené a systém je pripravený na tesnostnú skúšku.

Po vykonaní skúšky tesnosti I.O. sa spustia HČČ, po dosiahnutí saturačnej teploty a vytvorení nominálneho tlaku v I.O. sa pripojí filtračné zariadenie.

#### **6.7.2.6.1.6.4 Prevádzka systému v režime pri plánovanom odstavení bloku**

Prevádzka ako v nominálnom režime - vid' kapitola 6.7.2.6.1.6.1.

#### **6.7.2.6.1.6.5 Abnormálna prevádzka systému**

Abnormálna prevádzka systému sa nepredpokladá.

### **6.7.2.6.2 Technické hodnotenie systému**

#### **6.7.2.6.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia**

Zariadenia systému čistenia chladiva I.O. sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č.50/2006 [II.4] a sú zaradené do BT III, iba uzatváracie armatúry na vstupe a výstupe sú klasifikované v BT II.

Pre všetky zariadenia, ktoré patria do systému 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 jadroenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou STD.

V súlade s konštatovaniami uvedenými v 6.7.2.6.1.2.2 a v 6.7.2.6.1.2.4 požiadavky a ich vyhodnotenie, ktoré sú špecifikované vo Vyhl. ÚJD SR č.50/2006 [II.4], Príloha č.3, časť B/II./B – Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom pre systém čistenia chladiva sú uvedené v kap. 6.7.2.6.3.

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

Z hľadiska seizmickej odolnosti je časť systému zaradená do seizmickej kategórie 2b, časť do 1b. Niektoré ventily s elektrickým pohonom sú zaradené do 1a, ako i rýchločinné ventily.

Z hľadiska seizmickej odolnosti sú regeneračné výmenníky s dochladzovačmi a príslušné potrubné trasy zaradené do seizmickej kategórie 1b a po seizmickej udalosti budú tesné a teda funkčné. Filtre čistiacej stanice a príslušné potrubné trasy sú seizmicky odolné, sú zaradené do seizmickej kategórie 2b. V prípade seizmickej udalosti budú automaticky oddelené od I.O. ventilmi seizmickej kategórie 1b. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet. Zariadenia a potrubné trasy v systéme sú dokladované vo vykonávacom projekte kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom:

- filter katexový, anexový, filter zmesný,
- lapač ionexových častíc,
- regeneračný výmenník,
- ventil vlnovcový,
- ventil spätný,
- kontrolné výpočty potrubí na statickú pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť,
- kontrolné výpočty potrubí malého priemeru na statickú pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, požadovanej životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových režimoch tohto systému.

#### **6.7.2.6.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií**

Systém vykonáva svoju bezpečnostnú funkciu počas normálnej prevádzky a preto nie je použitý na preukázanie jadrovej bezpečnosti elektrárne v projektových haváriách v kapitole 7 tejto PpBS.

##### **6.7.2.6.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy**

Splnenie kritéria jednoduchej poruchy sa nevyžaduje. Pre systém nie je nevyhnutnou podmienkou plnenie kritéria jednoduchej poruchy, pretože to nie je nutné pre zmiernenie akýchkoľvek scenárov nehôd. Avšak, aby sa dosiahla vyššia úroveň funkčieschopnosti pri normálnej prevádzke, systém je redundantný.

##### **6.7.2.6.2.3.2 Porucha so spoločnou príčinou**

Splnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou sa nevyžaduje, pretože systém nepracuje v abnormálnych režimoch bloku.

##### **6.7.2.6.2.4 Analýza spoľahlivosti**

Spoľahlivosť systému je daná splnením uvedených požiadaviek:

- Zariadenia a potrubné trasy sú zaradené do bezpečnostnej triedy III a plnia bezpečnostnú funkciu 3j.

- Zariadenia a potrubné trasy systému sú zaradené do seizmickej kategórie 2b, do kategórie 1b sú zaradené regeneračné výmenníky, dochladzovače i potrubné trasy). Zariadenia sú oddelené od I.O. armatúrami seizmickej kategórie 1a.
- Zariadenia a potrubné trasy sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom; výsledky vyhovujú kritériám pevnosti, požadovanej životnosti a seizmickej odolnosti.
- Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému 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.
- Kvalifikácia zariadení je vykonaná v zmysle platných požiadaviek; kvalifikačná dokumentácia pre jednotlivé zariadenia je súčasťou STD.

Systém čistenia chladiva primárneho okruhu nie je hodnotený v bezpečnostnej analýze v kapitole 7 PpBS. Je projektovaný takým spôsobom, že vždy existujú redundantné trasy a rezervné zariadenia. Každá porucha zariadenia (trasy) vedie buď k automatickému spusteniu rezervného zariadenia alebo trás a nie ku odstaveniu bloku. Preto možno systém považovať za vysoko spoľahlivý.

#### **6.7.2.6.2.5 Preukázanie plnenia legislatívnych požiadaviek**

##### **6.7.2.6.2.5.1 Preukázanie plnenia požiadavky zaistenia kvality**

Komponenty systému čistenia chladiva I.O. sú vybranými zariadeniami s definovanými požiadavkami na kvalitu od jeho návrhu až po jeho bezpečné používanie podľa ÚJD SR schválených plánov kvality a technickej dokumentácie.

Filtre čistiacej stanice a príslušné potrubné trasy nie sú seizmicky odolné, sú zaradené do seizmickej kategórie 2b, v prípade seizmickej udalosti budú automaticky oddelené od primárneho okruhu.

##### **6.7.2.6.2.5.2 Preukázanie splnenia kvalifikačných požiadaviek**

Systém kontinuálneho čistenia chladiva I.O. je schopný prevádzky v normálnych podmienkach prostredia, v ktorých sú jeho zariadenia umiestnené.

Kvalifikácia zariadení je spracovaná v zmysle požiadaviek uvedených v príslušných metodikách. Splnenia kvalifikačných požiadaviek pre jednotlivé zariadenia sa nachádzajú v STD.

#### **6.7.2.6.3 Bezpečnostné zhodnotenie**

Z dôvodov uvedených v kap. 6.7.2.6.1.2.2 a 6.7.2.6.1.2.4 vyššie na systém čistenia chladiva I.O. sú uplatňované požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.4], v prílohe č.3 v časti B/IIB (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.7] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.4] je uvedené na konci tejto kapitoly):

##### **(i) Príloha č.1, III – Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy BT III**



- (3j) "zariadenia nevyhnutné na obmedzenie výpustí alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pod stanovené limity pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke"

Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 [II.7] v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.4] v Prílohe č.1. III. upravuje písmeno 3j na 3n.

**(ii) Príloha č.3, časť B/II./B – Systém dopĺňania primárneho okruhu a systém čistenia chladiva.**

- (2) Systém čistenia chladiva sa musí projektovať tak, aby bol schopný odstraňovať produkty korózie a produkty štiepenia, ktoré unikajú z porušených palivových článkov, a pritom udržiavať požadované parametre čistoty chladiva primárneho okruhu.

Hodnotenie: Systém kontinuálneho čistenia chladiva I.O. zabezpečuje za normálnej prevádzky svojimi filtrami odstraňovanie mechanických, chemických a rádioaktívnych prímiesí (korózných produktov konštrukčných materiálov a štiepných produktov paliva) z chladiva I.O. Dodržiavaním technologických predpisov sú zabezpečené požadované parametre chladiva. Plnenie uvedenej požiadavky systémom je dosahované správnym dodržiavaním intervalov pre pranie a kyprenie ionexových náplní, regeneráciou ionexových náplní, výmenou spotrebovaných ionexových náplní, tiež vykonávaním kontroly kvality ionexov.

Schopnosť systému odstraňovať korózne a štiepne produkty pri zachovaní požadovaných parametrov čistoty chladiva I.O. bola preukázaná u podobných prevádzkovaných blokoch.

Automatické uzatváracie ventily aktivované systémom na hranici kontajneru zaisťujú oddelenie systému v prípade havárií.

**Záverom možno konštatovať, že vykonávací projekt systému kontinuálneho čistenia chladiva I.O. spĺňa všetky požiadavky definované pre systémy čistenia chladiva vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.4], ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.7].**

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

- [I.1] PpBS MO34, Kapitola 06.07.02.06 Systém čistenia chladiwa primárneho okruhu
- [I.2] PpBS MO34, Kapitola 06.05.03 Systém zaistenia bezpečnosti
- [I.3] PpBS MO34, Kapitola 06.05.05.07 Systém riadenia procesov
- [I.4] Systém čistenia chladiwa I.O. ŠOV-1, technologický predpis
- [I.5] Elektrické napájanie zariadení I.O. za úsekovými rozvádzačmi, technologický predpis
- [I.6] Zoznam vybraných zariadení pre 3.blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť
- [I.7] PpBS MO34, Kapitola 06.06 Elektrické napájanie
- [I.8] Limity a podmienky bezpečnej prevádzky

**II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, a pod.)**

- [II.1] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava
- [II.2] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Viedeň, 5/2004
- [II.3] Zákon č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [II.4] 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.5] 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, v znení neskorších predpisov
- [II.6] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava
- [II.7] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť, v znení neskorších predpisov