

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.02.01 Popis 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

		LC						
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil	
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N	SEC. INDEX / INDEX utajenia	
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie		x	Information Only / Len na informáciu	
				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.				
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revisoin index / Index revízie: 09		Size / Veľ-kosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361034		A4	6.01	RS	Z	
 * P N M 3 4 3 6 1 0 3 4 0 9 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	
				1	22		Component / Komponent	

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436103409_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 22.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / P	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0520	• 22.07.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a. s.	• 0520	• 22.07.2019	•	
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 22.07.2019	•	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a. s.	• 1703	• 22.07.2019	•	

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

Identification / Identifikácia (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavec)	Brief description of modification / Stručná charakteristika úpravy (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	Reason of modification / Dôvod úpravy (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 06.02.01 Popis primárneho okruhu	• PNM3436103409_S_C00_V	• 09
2.	• Kapitola 06.02.01 Popis primárneho okruhu	• PNM3436103409_S_C01_V	• 09
3.	.	.	.
4.	.	.	.
5.	.	.	.
6.	.	.	.
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.
11.	.	.	.

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	6
6.2.1 POPIS PRIMÁRNEHO OKRUHU	8
6.2.1.1 Opis hlavných zariadení I.O.	8
6.2.1.1.1 Reaktor VVER-440/V213	10
6.2.1.1.1.1 Tlaková nádoba reaktora	10
6.2.1.1.1.1.1 Aktívna zóna	10
6.2.1.1.1.1.1.1 Palivová kazeta	10
6.2.1.1.1.1.1.2 Havarijná a regulačná kazeta	11
6.2.1.1.1.1.1.3 Palivový prútik a Gd palivový prútik	11
6.2.1.1.1.1.1.4 Dištančné mriežky.	11
6.2.1.1.1.1.1.5 Palivo	12
6.2.1.1.1.1.1.6 Absorpčné materiály	12
6.2.1.1.1.1.2 Ostatné vnútroreaktorové konštrukcie.	12
6.2.1.1.1.1.2.1 Šachta reaktora - nosný valec AZ.	12
6.2.1.1.1.1.2.2 Kôš aktívnej zóny.	12
6.2.1.1.1.1.2.3 Dno šachty reaktora.	12
6.2.1.1.1.1.2.4 Blok ochranných rúr	12
6.2.1.1.1.1.2.5 Vložená tyč.	12
6.2.1.1.2 Hlavný cirkulačný okruh.	13
6.2.1.1.2.1 Hlavné cirkulačné potrubie.	13
6.2.1.1.2.2 Hlavné cirkulačné čerpadlá.	13
6.2.1.1.2.3 Hlavné uzatváracie armatúry.	13
6.2.1.1.2.4 Parogenerátory.	14
6.2.1.1.2.5 Parné a napájacie potrubie PG.	14
6.2.1.1.3 Systém kompenzácie objemu	14
6.2.1.1.3.1 Kompenzátor objemu	14
6.2.1.1.3.2 Potrubie sprchovania parného priestoru kompenzátora objemu	15
6.2.1.1.3.3 Potrubie spájajúce vodný priestor KO s horúcou vetvou	15
6.2.1.1.3.4 Uzol poistných ventilov KO.	15
6.2.1.1.3.5 Barbotážna nádrž.	15
6.2.1.1.3.6 Ochrana proti studenému natlakovaniu TNR.	16
6.2.1.1.4 Havarijný systém chladenia AZ.	16
6.2.1.1.4.1 Pasívny havarijný systém chladenia AZ.	16
6.2.1.1.4.2 Vysokotlakový aktívny havarijný systém chladenia AZ.	16
6.2.1.1.4.3 Nízkotlakový aktívny havarijný systém chladenia AZ.	17
6.2.1.1.4.4 Systém havarijného dochladzovania bloku po seizmickej udalosti.	17

6.2.1.1.5	System doplňovania a bórovej regulácie primárneho okruhu (KBA) a systém odpúšťania primárneho okruhu (KBJ).	18
6.2.1.1.5.1	System normálneho doplňovania a bórovej regulácie KBA.	18
6.2.1.1.5.2	System odpúšťania chladiva KBJ.	18
6.2.1.1.6	Ostatné systémy so vzťahom k primárnemu okruhu.	18
6.2.1.1.6.1	System havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O.	18
6.2.1.1.6.2	System technickej vody dôležitej (TVD) v reaktorovne.	19
6.2.1.1.6.3	System drenáží a odvzdušnení.	19
6.2.1.1.6.4	System organizovaných únikov.	20
LITERATÚRA		21
ZOZNAM TABULIEK		22

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

AZ	- aktívna zóna
BN	- barbotážna nádrž
BNS	- bezpečnostný návod
BT	- bezpečnostná trieda
DČ	- doplňovacie čerpadlá
DPS	- dielčí projektový súbor
EOKO	- elektroohrievače kompenzátora objemu
H ₃ BO ₃	- kyselina boritá
HA	- hydroakumulátor
HČČ	- hlavné cirkulačné čerpadlo
HCP	- hlavné cirkulačné potrubie
HDR	- hlavná deliaca rovina
HNČ	- hlavné napájacie čerpadlo
HPK	- hlavný parný kolektor
HRK	- havarijná a regulačná kazeta
HSCHZ	- havarijný systém chladenia zóny
HUA	- hlavná uzatváracia armatúra
HVB	- hlavný výrobný blok
IPZK	- individuálne plány zabezpečenia kvality
IAEA	- Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
I.O.	- primárny okruh
II.O.	- sekundárny okruh
JE	- jadrová elektrárňa
KO	- kompenzátor objemu
LOCA	- Loss of Coolant Accident (havária so stratou chladiva)
MO34	- JE Mochovce 3. a 4. Blok
NDČ	- normálne doplňovacie čerpadlá
NT	- nízkotlakový
VT	- vysokotlakový
OVKO	- odľahčovací ventil kompenzátora objemu
PČ	- palivový článok
PG	- parogenerátor
PK	- palivová kazeta
PKZ	- plán kontrol a skúšok
PpBS	- Predprevádzková bezpečnostná správa
PSA	- prepúšťacia stanica do atmosféry
PSK	- prepúšťacia stanica do kondenzátora
PV KO	- poistné ventily kompenzátora objemu
PV PG	- poistné ventily parogenerátora
R	- reaktor
SKR	- systém kontroly a riadenia
ŠR	- šachta reaktora
ŠOV	- špeciálna očistka vôd

TNR	- tlaková nádoba reaktora
TVD	- technická voda dôležitá
ÚJD SR	- Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
VT	- vysokotlakový
VTČ	- vysokotlakové čerpadlo
VVER	- vodovodný (tlakovodný) energetický reaktor
Z.z.	- zbierka zákonov

6.2.1 Popis primárneho okruhu.

Kapitola 6.2.1 PpBS je vypracovaná v súlade s bezpečnostným návodom ÚJD SR BNS I.1.2/2008 [II.1], pričom bolo prihladené k novému platnému bezpečnostnému návodu BNS I.1.2/2014 [II.8] a pripomienkam k predbežnej bezpečnostnej správe uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008 [II.7].

Rozsah hodnotených VZT systémov MO34 je v súlade s metodikou [III.1].

Primárny okruh (v ďalšom len I.O.) je systém zariadení a komponentov, ktoré slúžia na výrobu tepla prostredníctvom riadenej štiepnej reťazovej reakcie v reaktore a zároveň zaisťujú prenos tepla z reaktora do sekundárneho okruhu počas prevádzky, nabiehania, odstavenia a dochladzovania reaktorového bloku. Teplo vyrobené v reaktore sa prenáša chladivom I.O. do PG, kde sa generuje sýta para ktorá sa privádza k turbínam. Chladivo I.O. slúži zároveň ako moderátor neutrónov. I.O. okrem plnenia hlavných technologických funkcií, plní aj funkciu 3. bezpečnostnej bariéry proti úniku rádioaktívnych látok.

Zariadenia primárneho okruhu môžeme rozdeliť do troch skupín:

- a) hlavné zariadenia I.O.
- b) pomocné systémy I.O.
- c) havarijné systémy I.O.

6.2.1.1 Opis hlavných zariadení I.O..

Medzi hlavné zariadenia I.O. patrí reaktor, ďalej šesť hlavných cirkulačných slučiek so svojím zariadením a systém kompenzácie objemu. V každej hlavnej cirkulačnej slučke sa nachádzajú dve hlavné uzatváracie armatúry, parogenerátor a hlavné cirkulačné čerpadlo.

V nasledujúcej tabuľke je stručný prehľad o zariadeniach, ich charakteristické parametre a počet na jeden reaktorový blok.

Tabuľka 6.2.1-1 Hlavné zariadenia I.O.

Názov zariadenia	Počet
Tlakovodný reaktor V-213	1
Cirkulačné potrubie	12
HCC	6
PG (Parný výkon)	6
HUA	12
KO	1
Poistné ventily KO	2
Odľahčovaní PV KO	1

Názov zariadenia	Počet
BN	1
Parné potrubie PG	6
Poistné ventily PG	12
PSA	6

Umiestnenie zariadenia primárneho okruhu.

Zariadenie I.O. je umiestnené v hlavnom výrobnom bloku. Väčšina zariadení sa nachádza vo vnútri kontajmentu, výnimku tvorí iba časť parovodov ostrej pary od PG, poistné ventily PG a prepúšťacie stanice do atmosféry.

Tabuľka 6.2.1-2 Umiestnenie hlavných zariadení I.O.

Názov zariadenia	Priestor
Reaktor	NP
HCP	NP
PG	NP
HCC - pohon	PP
HCC - hydraul. časť	NP
HUA - pohon	PP
HUA - hydraul. časť	NP
KO	NP
BN	NP
PV KO	NP
OV KO	NP
Parné potrubie PG v hermetickej zóne	NP
Parné potrubie PG	NP
Parné potrubie PG	OP

Názov zariadenia	Priestor
PV PG	OP

Poznámka: NP – neobslužný priestor

PP – poloobslužný priestor

OP – obslužný priestor

6.2.1.1.1 Reaktor VVER-440/V213

Tlakovodný reaktor VVER-440/V213 je vodovodný, energetický, heterogénny ľahkovodný reaktor pracujúci na báze štiepnej reťazovej reakcie pôsobením tepelných neutrónov.

Tlakovodný reaktor VVER-440/V213 sa skladá z týchto základných častí:

- tlaková nádoba reaktora
- vnútroreaktorové časti: šachta reaktora
 - dno šachty
 - kôš aktívnej zóny
 - blok ochranných rúr
 - horný blok

6.2.1.1.1.1 Tlaková nádoba reaktora

Tlaková nádoba reaktora je určená k rozmiestneniu vnútorných reaktorových častí, aktívnej zóny a k udržiavaniu vnútorného prevádzkového tlaku. Veko nádoby reaktora je odnímateľná časť TNR. Je to výkovok polguľovitého tvaru s nerezovou výstelkou z vnútornej strany. V hornej časti má 37 nátrubkov, na ktoré sú navarené puzdrá pohonov HRK. Na obvode veka reaktora je 12 nátrubkov pre vyvedenie merania teploty na výstupe z palivových kaziet, 6 nátrubkov pre vyvedenie merania n-toku v AZ a výstupok na obvode telesa veka reaktora slúži na utesnenie HDR reaktora.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie tlakovej nádoby reaktora je uvedené v kap. 06.02.03 PpBS.

6.2.1.1.1.1.1 Aktívna zóna

Aktívna zóna jadrového reaktora a jej prvky sú určené na generovanie tepla a jeho odovzdanie chladivu z povrchu palivových prútikov počas určenej životnosti bez presiahnutia povolených limitov poškodenia palivových prútikov.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie aktívnej zóny reaktora je uvedené v kap. 06.01.01 PpBS.

6.2.1.1.1.1.1.1 Palivová kazeta

Pracovná palivová kazeta druhej generácie pozostáva zo zväzku palivových prútikov a palivových prútikov s gadolíniom vystužených dištančnými mriežkami. Konštrukcia PK umožňuje odňať (rozobrať) hlavicu spolu s obalovou rúrou pri vykonávaní revízie zväzku prútikov a pri nutnosti vytiahnutia prútikov.

Vo všetkých palivových zväzkoch pri nominálnom tepelnom výkone reaktora sa používa palivo 2. generácie, v prvej zväzke sú to neprofilované kazety s projektovým obohatením ²³⁵U, počnúc druhou zväzkou sa zavádzajú profilované kazety s palivovými prútikmi s obsahom Gd₂O₃ a s vyšším stredným obohatením.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie palivovej kazety reaktora je uvedené v kap. 06.01.03 PpBS.

6.2.1.1.1.1.2 Havarijná a regulačná kazeta

Kazeta HRK je pracovným orgánom systému riadenia a ochrany a skladá sa z dvoch častí: palivovej časti HRK a nadstavca. Nádstavec je spojený spojovacou tyčou, ktorá sa zas spája s vloženou tyčou pohonu .

Kazeta HRK plní nasledovné funkcie:

- zabezpečuje rýchle prerušenie štiepnej reťazovej reakcie v reaktore, rýchlym zavedením absorbátora do aktívnej zóny a súčasne vyvedením palivovej časti z aktívnej zóny
- zúčastňuje sa automatickej regulácie s cieľom udržiavania výkonu reaktora na zadanej úrovni a jeho prevedenia z jednej úrovne výkonu na druhú
- kompenzuje rýchle zmeny reaktivity (teplotný, výkonový efekt, otrava, atď.)

Obalová rúra palivovej časti HRK je konštrukčne analogická s obalovou rúrou PK.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie havarijnej a regulačnej kazety reaktora je uvedené v kap. 06.01.01 PpBS.

6.2.1.1.1.1.3 Palivový prútik a Gd palivový prútik.

Pokrytie palivového prútika zirkóniobová zliatina a tvorí prvú ochrannú bariéru. Palivové tabletky zo spekaného oxidu uraničitého vytvárajú palivové jadro palivového prútika. Palivo je formované do prútikov kvôli termickým a hydraulickým pomerom v aktívnej zóne reaktora.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie palivových prútikov a Gd palivových prútikov je uvedené v kap. 06.01.01 PpBS.

6.2.1.1.1.1.4 Dištančné mriežky.

Vrchná mriežka palivovej časti HRK má široký lem s výstupkami. Pomocou tohto lemu sa zabezpečuje centrovanie vrchnej časti zväzku palivových prútikov proti obalovej rúre v oblasti hafniových doštičiek.

Ochranná mriežka alebo sieťka je umiestnená v hlavici kazety a je upevnená privarením. Funkčne je táto mriežka určená na vyrovnanie profilu rýchlosti prúdu chladiva na výstupe z kazety a tiež na zabránenie vyplavenia úlomkov (častí palivových prútikov) do primárneho okruhu reaktorového zariadenia v prípade nožnej fragmentácie palivových prútikov v havarijnej situácii.

Konštrukcia dištančnej mriežky predstavuje masív z tenkostenných buniek špeciálneho profilu spojených bodovým zváraním. Rozmiestnenie buniek v dištančnej mriežke je trojuholníkové.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie dištančných mriežok je uvedené v kap. 06.01.01 PpBS.

6.2.1.1.1.1.5 Palivo.

Ako palivo sa používa spekaný oxid uraničitý v tvare tabletiiek, z ktorých sa formuje palivové jadro palivového prútika. Palivo je zdrojom štiepnej reakcie pri ktorej sa uvoľňuje energia vo forme tepla.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie paliva je uvedené v kap. 06.01.01 PpBS.

6.2.1.1.1.1.6 Absorpčné materiály.

Ako absorpčný materiál v nadstavcoch kaziet HRK slúži korózne odolná bórová oceľ vo forme vložiek.

V palivovej časti kazety HRK ako absorpčný materiál slúži hafnium vo forme doštičiek, privarených k vnútornému povrchu obalovej rúry. Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie absorpčných materiálov je uvedené v kap. 06.01.01 PpBS.

6.2.1.1.1.1.2 Ostatné vnútroreaktorové konštrukcie.**6.2.1.1.1.1.2.1 Šachta reaktora - nosný valec AZ.**

Šachta reaktora je nosnou konštrukciou dna šachty a AZ. V hornej časti má po celom obvode zväčšený priemer. Týmto výstupkom je zavesená na prírubovom prstenci v hornej časti TNR. Šachta reaktora je určená k usmerneniu toku chladiva I.O. a chráni tlakovú nádobu pred silným Ra-žiarením aktívnej zóny.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie šachty reaktora - nosného valca AZ je uvedené v kap. 06.01.02 PpBS.

6.2.1.1.1.1.2.2 Kôš aktívnej zóny.

Kôš aktívnej zóny je určený na uloženie palivových kaziet. Skladá sa z nosnej dosky a valcového plášťa s ohraničením aktívnej zóny.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie koša aktívnej zóny je uvedené v kap. 06.01.02 PpBS.

6.2.1.1.1.1.2.3 Dno šachty reaktora.

Dno šachty reaktora - nosného valca je určené k stabilizácii prúdu vody pred vstupom do AZ. V dne je vytvorený priestor pre palivové časti kaziet HRK pri ich zasúvaní do AZ a sú v ňom hydraulické tlmiče pádu kaziet HRK.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie dna šachty reaktora je uvedené v kap. 06.01.02 PpBS.

6.2.1.1.1.1.2.4 Blok ochranných rúr.

Blok ochranných rúr je položený na AZ. Zaisťuje polohu koša AZ vo vertikálnom smere a súčasne fixuje rozteč hlavíc palivových kaziet. V bloku ochranných rúr sú upevnené vodiace trubky pre vedenie termočlánkov a snímačov systému vnútornej kontroly reaktora. Vodiace rúry zabezpečujú vedenie spojovacích tyčí HRK v zvislom smere.

Blok ochranných rúr (BOR) sa skladá z ochranných vodiacich rúr kaziet HRK.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie bloku ochranných rúr je uvedený v kap. 06.01.02 PpBS.

6.2.1.1.1.1.2.5 Vložená tyč.

Vložená tyč je spojovací element medzi pohonom HRK a kazetou HRK.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie vložených tyčí je uvedené v kap. 06.01.02 PpBS.

6.2.1.1.2 Hlavný cirkulačný okruh.

Odvod tepla z aktívnej zóny reaktora sa zabezpečuje šiestimi cirkulačnými slučkami. V každej slučke sú dve vetvy - horúca a studená. Každá slučka obsahuje zariadenia:

- Hlavné cirkulačné potrubie
- Hlavné uzatváracie armatúry
- Hlavné cirkulačné čerpadlo
- Parogenerátor

Na slučku č.1 (3. blok) a na slučku č 6 (4. Blok) - horúcu vetvu je napojené spojovacie potrubie s KO.
- studenú vetvu je napojené potrubie vstreku do KO.

Na slučku č. 2, 3, 5 studenú vetvu je pripojené potrubie vysokotlakových systémov .

Na slučku č. 4 horúcu a studenú vetvu je napojený nízkotlakový systém.

Všetky tieto pripojenia sú zrealizované v neoddeliteľnej časti príslušnej vetvy.

6.2.1.1.2.1 Hlavné cirkulačné potrubie.

Hlavné cirkulačné potrubie je integrálnou súčasťou primárneho okruhu a patrí medzi jeho najdôležitejšie komponenty. Spája reaktor s parogenerátorom a slúži k vedeniu a prenosu tepla pomocou horúcej vody z primárneho do sekundárneho okruhu. HCP je tvorené šiestimi slučkami z ktorých každá tvorí samostatný chladiaci okruh reaktora. V každej slučke sú dve vetvy – horúca a studená. Na oboch vetvách sú osadené HUA.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie potrubia primárneho okruhu je uvedený v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.2.2 Hlavné cirkulačné čerpadlá.

Hlavné cirkulačné čerpadlá slúžia k zabezpečeniu nútenej cirkulácie chladiwa I.O. cez AZ reaktora v nominálnej prevádzke. V havarijných situáciách zabezpečuje HCČ dobehom odvedenie zbytkového výkonu z AZ až po nábeh prirodzenej cirkulácie.

Tlakový rozdiel (Δp) na HCČ sa tiež využíva pre cirkuláciu vody cez očistku vôd I.O. a na vstreky do kompenzátora objemu.

Pre jeden reaktorový blok pripadá šesť HCČ, ktoré sú umiestnené za PG na studenej slučke HCP (reaktor - horúca slučka - HUA - PG - studená slučka - sanie HCČ - výtlak HCČ - HUA - reaktor) výtlak je orientovaný smerom do reaktora.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie hlavných cirkulačných čerpadiel je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.2.3 Hlavné uzatváracie armatúry.

Hlavné uzatváracie armatúry sú určená k odpojeniu cirkulačnej slučky I.O. od reaktora v prípadoch:

- čiastočné uzavretie slučky pri nabíehaní HCČ a udržiavanie slučky v horúcej rezerve
- uzatvorenie beztlakovej slučky v prípade potreby práce v parogenerátore a udržania hydrostatického tlaku v TNR,
- pri úniku úniku z I.O. do II.O. a po odstavení reaktora na zabezpečenie oddelenia porušenej slučky
- počas výmeny paliva na výkon údržbárskych prác

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie hlavných uzatváracích armatúr je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.2.4 Parogenerátory.

Parogenerátory sú tepelné výmenníky, ktoré slúžia k výrobe suchej sýtej pary. V PG sa teplo odvádzané z R odovzdáva napájacej vode II.O., ktorá sa premení na paru pre pohon turbín. Chladiivo I.O. vstupuje z horúcej slučky do horúceho kolektora PG, prúdi cez systém teplovýmenných rúrok a studeným kolektorom sa vracia do hlavného cirkulačného potrubia. Napájacia voda je privádzaná do medzirúrkového priestoru telesa PG napájacím potrubím, kde je rozvedená do priestoru pod hladinou. V medzirúrkovom priestore prebieha produkcia pary. Nad vodnou hladinou v PG je umiestnený separátor vodných kvapiek. Separovaná para je odvádzaná parovodmi do hlavného parného kolektora (HPK) a odtiaľ k turbínam.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie parogenerátorov sú uvedené v kap. 06.02.04 tejto PpBS.

6.2.1.1.2.5 Parné a napájacie potrubie PG.

Účelom parného potrubia v normálnej prevádzke je vedenie sekundárneho média - pary - z parogenerátora k turbínam. V abnormálnych prevádzkach je odvod tepla z primárneho okruhu zabezpečovaný cez PSK do kondenzátora TG resp. PSA PG do atmosféry, čím sa zabezpečí chladenie reaktora.

Účelom napájacieho potrubia je prívod predhriateho kondenzátu z napájacej nádrže a regeneračných ohrievačov do parogenerátorov a pri abnormálnych režimoch prívod chladiaceho média od HNČ.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie parného a napájacieho potrubia je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.3 Systém kompenzácie objemu.

Systém kompenzácie objemu je určený k:

- vytvoreniu počiatočného tlaku v I.O. v režime spúšťania pomocou dusíkového vankúša
- udržaniu tlaku v I.O.
- na kompenzáciu tlakových zmien v I.O. počas normálnej prevádzky a v prechodovom režime bloku
- na kompenzáciu objemu chladiwa I.O. vplyvom zmeny teploty chladiwa I.O..

Systém kompenzácie objemu zahŕňa:

- kompenzátor objemu
- uzol poistných ventilov KO
- barbotážnu nádrž
- chladič paroplynnej zmesi BN
- spojovacie potrubie a armatúry
- potrubie odtlakovania I.O. v režime ťažkej havárie
- obmedzovacie zariadenie havarijných účinkov
- protiseizmický tlmič

6.2.1.1.3.1 Kompenzátor objemu.

Kompenzátor objemu (KO) je základným elementom systému kompenzácie objemu. Je to valcová vertikálna tlaková nádoba s eliptickými dnami. Je vyrobená z uhlíkovej ocele s vnútornou nerezovou výstelkou. V hornej časti nádoby je montážny prielez pre kontrolu KO, nátrubok vstreku chladiwa, nátrubky pre odvod pary

k impulzným ventilom a nátrubok pre odvod pary k hlavným poistným ventilom. Na KO sú ďalej nátrubky pre meranie hladiny, elektroohrievače, nátrubok pre odber vzoriek a v spodnom dne sú nátrubky pre pripojenie KO k I.O. Vo vrchnej vnútornej časti KO je nachádza kolektor, zabezpečujúci dobré rozptýlenie chladnej vody do parného priestoru KO. Vstreky chladnej vody zabezpečuje kondenzáciu pary a tým dochádza k zníženiu tlaku v KO. V KO 2/3 objemu tvorí voda a 1/3 objemu tvorí para zohriata na medzu sýtosti (resp. dusík v niektorých špeciálnych režimoch).

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie kompenzátora objemu a je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.3.2 Potrubie sprchovania parného priestoru kompenzátora objemu.

Na sprchový systém v parnom priestore KO je chladivo privedené z neoddeliteľnej časti studenej vetvy HCP. Aby bolo možné regulovať tlak v KO vstrekaním chladného média do parného priestoru i v prípade, keď nie je k dispozícii potrebný rozdiel tlakov medzi horúcou a studenou vetvou HCP v režime plánovaného odstavenia bloku alebo v prípade, keď nepracuje HCČ na tejto vetve je do KO privedené chladivo od čerpadiel dopĺňovania a bórovej regulácie hlavnou a pomocnou trasou vstreku.

Hlavná trasa vstreku chladiva do KO od DČ slúži v režime dochladzovania I.O.

Pomocná trasa vstreku chladiva do KO pri výpadku hlavnej trasy vstreku od NDČ.

Bloky armatúr zaisťujú automatické regulovateľné sprchovanie parného vankúša KO vodou z výtlaku HCČ1 odstupňované podľa tlaku v KO.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie potrubia sprchovania parného priestoru kompenzátora objemu je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.3.3 Potrubie spájajúce vodný priestor KO s horúcou vetvou.

Spojovacie potrubie vodného priestoru KO s horúcou vetvou primárnej cirkulačnej slučky sa po výstupe z KO sa vetví na dve paralelné vetvy.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie spojovacieho potrubia vodného priestoru KO s horúcou vetvou je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.3.4 Uzol poistných ventilov KO.

Uzol PV KO je určený k potlačeniu nežiadúceho zvýšenia tlaku v I.O. pri poruche technologického zariadenia a bezpečnostných systémov. Súbor zahŕňa dve poistňovacie skupiny s dvoma PV KO, ktoré sú ovládané pomocou riadiacich ventilov a jedným OV KO s dvojicou riadiacich armatúr. Výfuk z PV KO je zavedený do BN, kde para kondenzuje pri prebublávaní prechodom chladenou náplňou nádrže.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie uzla poistných ventilov KO je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.3.5 Barbotážna nádrž.

Barbotážna nádrž je horizontálna tlaková nádoba. V spodnej časti vnútri BN sú dva kolektory na rozdelenie pary z KO. Para prebubláva cez vodu v BN. Chladenie BN sa vykonáva vodou vloženého chladiaceho okruhu.

BN je zaplnená roztokom H_3BO_3 zo systému preplachu impulzných línii. Pre riedenie plynov sa do BN privádza dusík. Plyná zmes sa odvádza do systému spaľovania vodíka.

V hornej časti nádoby je otvor s tromi poistnými membránami, ktoré chránia BN v prípade neúspešného skondenzovania pary v BN. Pri zvýšenom tlaku dochádza k prasknutiu poistných membrán a výfuku pary z BN do priestorov kontajneru.

BN slúži k prijímaniu a kondenzácii pary prichádzajúcej z KO pri skúške poistných ventilov KO a pri ich uvedení do činnosti v abnormálnej prevádzke. V režime spúšťania a odstavovania bloku slúži BN k prechodnému zhromažďovaniu dusíka vytiesňovaného z KO.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie barbotážnej nádrže je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.3.6 Ochrana proti studenému natlakovaniu TNR.

Ochranu proti studenému natlakovaniu TNR vykonáva:

- Automatické odstavenie zariadení, ktoré by mohli spôsobiť v priebehu nábehu alebo odstavovania bloku zvýšenie tlaku v I.O. až na hodnotu blízku hodnotám krivky krehkého lomu TNR. Jedná sa o EOKO, čerpadlá doplňovania a uzatvorenie prívodu NT dusíka kvôli spätnému natlakovaniu systémudusíka.
- Automatické otvorenie odľahčovacieho ventilu KO za účelom zníženia tlaku v I.O.
- Automatické zatvorenie oddeľovacieho ventilu OV KO za účelom zabránenia znižovania tlaku v I.O. pri nezatvorení OV KO. V prípade B&F (núdzové odpúšťanie a doplňovanie) systém blokuje zatvorenie oddeľovacieho ventilu a riadiacich ventilov.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému ochrany proti studenému pretlakovaniu TNR je uvedené v kap. 06.05.05.05 PpBS.

6.2.1.1.4 Havarijný systém chladenia AZ.

Z hľadiska funkcie sa delí na dva základné nezávislé systémy:

- Pasívny
- Aktívny

6.2.1.1.4.1 Pasívny havarijný systém chladenia AZ.

Pasívny nízkotlakový HSCHZ systém pracuje samovoľne, uvádza sa do prevádzky bez vonkajšieho iniciačného impulzu a bez prívodu energie (na základe rozdielu tlakov medzi tlakovými zásobníkmi a primárnym okruhom). Tento systém tvoria dva nezávislé a funkčne identické podsystémy, to znamená, že z hľadiska jadrovej bezpečnosti je 100 % zálohovaný.

Každý podsystém je tvorený dvoma tlakovými zásobníkmi (hydroakumulátormi HA), ktoré sú spojené s reaktorom potrubím DN 250. Jeden z dvojice HA je pripojený pod AZ a druhý nad AZ. Tlakový rozdiel medzi primárnym okruhom a HA je udržiavaný dvoma spätnými klapkami DN 250.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie pasívneho havarijného systému chladenia AZ je uvedené v kap. 06.04.01 PpBS.

6.2.1.1.4.2 Vysokotlakový aktívny havarijný systém chladenia AZ.

Systém je tvorený tromi funkčne samostatnými podsystémami, ktoré sú strojne, elektricky i stavebne oddelené, aby pri havárii jedného systému nebola ovplyvnená funkčnosť susedných podsystémov.

Každý podsystém tvoria nasledovné zariadenia:

- havarijná zásobná nádrž,
- vysokotlakové havarijné čerpadlo,
- armatúry, potrubné trasy, elektroohrievače a SKR.

Hlavné výtlačné trasy VT čerpadiel sú zaústené do neoddeliteľných častí studených vetiev slučiek č. 2, č. 3, č. 5.

Počas normálnej prevádzky bloku je vysokotlakový HSCHZ v pohotovosti a nevykonáva žiadne iné činnosti. Na sanie vysokotlakových havarijných čerpadiel sa privádza roztok H_3BO_3 z havarijných zásobných nádrží. V prípade nutnosti je možné sanie čerpadla jedného uzla prepojiť na ktorúkoľvek nádrž druhých dvoch uzlov.

Na výtlaku čerpadla je trojcestný ventil, ktorý plní funkciu rozdeľovača prietoku do I.O. a späť do nádrže JNF pre recirkuláciu.

V prípade, že hladina v havarijných zásobných nádržiach vysokotlakového HSCHZ klesne pod projektovú hodnotu, automaticky sa premanipuluje sanie VTČ na sanie z havarijných zásobných nádrží nízkotlakového HSCHZ. Ak aj tam klesne hladina na minimálnu, čerpadlo bude sať roztok z podlahy boxov PG cez chladič sprchového systému.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie vysokotlakového aktívneho havarijného systému chladenia AZ je uvedené v kap. 06.04.01 PpBS.

6.2.1.1.4.3 Nízkotlakový aktívny havarijný systém chladenia AZ.

Systém je tvorený tromi nezávislými okruhmi.

Každý systém tvoria nasledovné zariadenia:

- havarijné zásobné nádrže
- nízkotlakové havarijné čerpadlo
- armatúry, potrubné trasy, elektroohrievače, SKR

Hlavné výtlačné trasy NT čerpadiel sú pripojené:

- trasa od 1. čerpadla do potrubných trás, ktoré vedú od HA k reaktoru
- trasa od 2. čerpadla do neoddeliteľnej časti horúcej a studenej vetvy slučky č. 4
- trasa od 3. čerpadla do potrubných trás, ktoré vedú od HA,

Počas normálnej prevádzky bloku je nízkotlakový HSCHZ v pohotovosti a nevykonáva žiadne iné činnosti. Na sanie nízkotlakových havarijných čerpadiel sa privádza H_3BO_3 roztok H_3BO_3 z havarijných zásobných nádrží. Druhý systém má z dispozičných dôvodov dve havarijné nádrže.

Pri poklese hladiny v havarijných zásobných nádržiach nízkotlakového HSCHZ na menej ako projektovú hodnotu automaticky sa premanipuluje sanie nízkotlakových havarijných čerpadiel na sanie z podlahy boxov PG cez chladič sprchového systému.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie nízkotlakového aktívneho havarijného systému chladenia AZ je uvedené v kap. 06.04.01 PpBS.

6.2.1.1.4.4 Systém havarijného dochladzovania bloku po seizmickej udalosti.

Dochladzovanie bloku pri seizmickej udalosti prebieha v dvoch režimoch:

1. v parnom režime - odpúšťaním pary cez PSA a dopĺňaním PG s vodou systému SHN
2. vo vodnom režime - havarijným systémom dochladzovania bloku pri seizmickej udalosti - JNB

Systém tvoria tri podsystemy.

Každý podsystem tvoria nasledovné zariadenia :

- chladič sprchového systému

- nízkotlakové havarijné čerpadlo
- armatúry, potrubné trasy a SKR.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému havarijného dochladzovania bloku po seizmickej udalosti je uvedené v kap. 06.04.01 PpBS.

6.2.1.1.5 Systém doplňovania a bórovej regulácie primárneho okruhu (KBA) a systém odpúšťania primárneho okruhu (KBJ).

6.2.1.1.5.1 Systém normálneho doplňovania a bórovej regulácie KBA.

Systém normálneho doplňovania a bórovej regulácie KBA je určený k:

- prívodu vody na upchávky HCČ vo všetkých režimoch prevádzky JE
- doplňovanie I.O. (kompenzácia neorganizovaných únikov)
- vrátenie organizovaných únikov vo všetkých režimoch prevádzky JE do I.O.
- doplňovanie I.O. v režimoch bórovej regulácie
- doplňovaniu I.O. v havarijných režimoch (netesnosti primárneho okruhu, prasknutie parovodu)
- dochladzovaniu KO (v prípade odstavených HCČ)
- regulovanému prívodu čistého kondenzátu do odplyňovačov doplňovania a bórovej regulácie
- zaplneniu I.O.

Odplynený čistý kondenzát v odplyňovači bórovej regulácie alebo chladivo I.O. odplynené v odplyňovači doplňovania sú privádzané na sanie doplňovacích čerpadiel cez regeneračné výmenníky, v ktorých sa ochladzujú.

Tri navzájom prepojené doplňovacie čerpadla zabezpečujú spoľahlivú dodávku doplňovanej vody do I.O., pričom pre nominálny režim stačí prevádzka jedného čerpadla a ostatné dve sú v rezerve.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému normálneho doplňovania a bórovej regulácie KBA je uvedené v kap. 06.07.02.02 PpBS.

6.2.1.1.5.2 Systém odpúšťania chladiva KBJ.

Systém odpúšťania chladiva KBJ je určený k:

- odpúšťaniu chladiva z I.O. vo všetkých režimoch prevádzky JE
- odvodu chladiva na odplynenie
- odvodu odplyneného chladiva na čistiacu stanicu drenážnych vôd I.O., prípadne do nádrží nečistého kondenzátu
- počiatočnému zaplneniu I.O.
- vyprázdňovaniu I.O.
- odvodu roztokov po deaktivácii vnútorných povrchov zariadení I.O.

Odpúšťanie chladiva I.O. vo všetkých režimoch zaisťujú čerpadlá odpúšťania.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému odpúšťania chladiva KBJ je uvedené v kap. 06.07.02.02 PpBS.

6.2.1.1.6 Ostatné systémy so vzťahom k primárnemu okruhu.

6.2.1.1.6.1 Systém havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O..

Systém havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O. slúži na odvod paroplynnej zmesi (hlavne nekondenzovateľných plynov) z priestoru pod vekom reaktora a zo všetkých primárnych kolektorov PG v havarijnom režime a po seizmickej udalosti v režime prirodzenej cirkulácie.

Nekondenzujúce plyny (ako napr. vodík alebo dusík) vznikajú v havarijných situáciách spojených s prudkým poklesom tlaku. Tieto plyny sa uvoľňujú:

a) z chladiva I.O. pri:

- poklese tlaku v I.O.
- tepelno-radiačnom rozklade amoniaku
- doplňovaní chladiva do I.O. z HA
- rádiolýze

b) pri netesnosti alebo zlyhaní uzavieracej funkcie guľových plavákových ventilov HA

c) pri korózii Zr pokrytia PČ

Prudký pokles tlaku v I.O. môže nastať pri haváriách spojených s únikom chladiva I.O. (LOCA), pri prudkom vychladení I.O. a pri falošnom zapracovaní vstrekov do KO.

Systém musí spoľahlivo pracovať v havarijných stavoch, po seizmickej udalosti a pri úplnej strate napájania vlastnej spotreby.

Systém je prevádzkovaný iba v havarijných režimoch.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O. je uvedené v kap. 06.04.02 PpBS.

6.2.1.1.6.2 Systém technickej vody dôležitej (TVD) v reaktorovne.

Systém technickej vody dôležitej (TVD) v reaktorovni je určený k zásobovaniu technickou chladiacou vodou dôležitou tých systémov v reaktorovni, ktorých spotrebiče nemajú pracovné médium rádioaktívne. Pre chladenie aktívnych a potenciálne aktívnych systémov sa najskôr využíva systémov vložených okruhov chladenia a potom systému TVD.

Systém je tvorený tromi nezávislými systémami TVD :

I. systém TVD

II. systém TVD

III. systém TVD

Každý zo systémov je zásobovaný zo samostatného systému čerpacej stanice TVD, prostredníctvom vonkajších rozvodov a následne potrubných rozvodov v strojovni. TVD je rozvádzaná po bloku k jednotlivým spotrebičom a následne zase zvedená do vratného kolektora, ktorým reaktorovňu opúšťa a vedie sa späť do strojovne a ďalej do ventilátorovej chladiacej veže.

Výnimku tvorí zásobovanie TVD výmenníkov HSCHZ, ktoré majú zvláštne prívody a odvody z hlavného rozvodu TVD v strojovni priamo do príslušných miestností HVB.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému technickej vody dôležitej (TVD) v reaktorovni je uvedené v kap. 06.04.05.05 PpBS.

6.2.1.1.6.3 Systém drenáží a odvzdušnení.

Systém drenáží a odvzdušnení I.O. – KTA je určený na:

- odvzdušnenie zariadení a potrubí primárneho okruhu,
- odvodnenie zariadení a potrubí I.O.
- drenáž a odvod prepadu z odplyňovačov doplňovania a bórovej regulácie

- drenáž trasy odvod plynov pri prevetrávaní nádrží a chladiča organizovaných únikov do systému spaľovania vodíka

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému drenáží a odvzdušnení a je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

6.2.1.1.6.4 Systém organizovaných únikov.

Systém organizovaných únikov primárneho okruhu – **KTA** je určený k:

- odvodu a návratu organizovaných únikov z HCČ, HUA, drenáži barbotážnej nádrže KO, drenáži potrubia systému kontinuálneho čistenia vody I. O. a potrubia havarijných systémov
- odvodu upchávkového vody HCČ
- odvodu organizovaných únikov z čerpadiel dopĺňovania a bórovej regulácie.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému drenáží a odvzdušnení a je uvedené v kap. 06.02.04 PpBS.

LITERATÚRA**I Zdrojové dokumenty, ktoré sú vlastníctvom SE, a.s.****II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, apod.)**

- [II.1] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR
- [II.2] NS-G-4.1 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy pre JE, IAEA, Viedeň, 5/2004
- [II.3] Zákon č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon)
- [II.4] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.5] Vyhláška ÚJD SR č. 431/2011 Z.z. o systéme manažérstva kvality
- [II.6] 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.7] Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008 Pripomienky k rozsahu a obsahu PBS pre MO34
- [II.8] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR
- [II.9] Rozhodnutie ÚJD SR č. 63/2015: Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa dokumentov PNM34361188 a PNM34361189
- [II.10] 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.11] 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 Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a.s.

- [III.1] 171909/QA/028 Metodický návod na hodnotenie bezpečnosti technologických systémov, konštrukcií a komponentov v PpBS MO34

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 6.2.1-1 Hlavné zariadenia I.O.....	8
Tabuľka 6.2.1-2 Umiestnenie hlavných zariadení I.O.	9