

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.04.01 Systém havarijného chladenia
AZ

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
 SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	II	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		Revision index / Index revízie: 08		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Plant Unit / Blok elektrárne
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361040			A4	6.01	RS	Z
 * P N M 3 4 3 6 1 0 4 0 0 8 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne
				1	26		Component / Komponent

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436104008_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 03.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0520	• 03.07.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0520	• 03.07.2019	•	
			•	•	•	•	
			•	•	•	•	
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 03.07.2019	•	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 03.07.2019	•	

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 06.04.01 Systém havarijného chladenia AZ	• PNM3436104008_S_C00_V	• 08
2.	• Kapitola 06.04.01 Systém havarijného chladenia AZ	• PNM3436104008_S_C01_V	• 08
3.	.	.	.
4.	.	.	.
5.	.	.	.
6.	.	.	.
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.
11.	.	.	.

OBSAH

OBSAH.....	4
------------	---

ZOZNAM SKRATIEK.....	6
----------------------	---

6.4.1	Systém havarijného chladenia AZ	8
6.4.1.1	Opis systému havarijného chladenia AZ	8
6.4.1.1.1	Účel systému havarijného chladenia zóny	8
6.4.1.1.2	Opis konštrukcie a funkčnosti systému havarijného chladenia zóny	9
6.4.1.1.2.1	Bezpečnostne funkcie ktoré plní systém havarijného chladenia AZ	9
6.4.1.1.2.2	Kategorizácia zariadení HSCHZ do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie	9
6.4.1.1.2.3	Pasívny systém havarijného chladenia AZ	10
6.4.1.1.2.4	Aktívny systém havarijného chladenia AZ	11
6.4.1.1.2.4.1	VT - aktívny systém havarijného chladenia AZ	11
6.4.1.1.2.4.2	NT - aktívny systém havarijného chladenia AZ	11
6.4.1.1.2.4.3	Systém RHR - určený na odvod zvyškového tepla z AZ reaktora po seizmickej udalosti	13
6.4.1.1.2.5	Podporné systémy HSCHZ	13
6.4.1.1.2.6	Osobitné požiadavky na systém HSCHZ	14
6.4.1.1.2.6.1	Integrita tepelných výmenníkov SS	14
6.4.1.1.2.6.2	Zabezpečenie ohrevu technologických médií v HA a zásobných nádržiach HSCHZ	14
6.4.1.1.2.7	Elektrické napájanie	15
6.4.1.1.2.8	Systém kontroly a riadenia	15
6.4.1.1.2.9	VZT systém	15
6.4.1.1.3	Činnosť obsluhy	15
6.4.1.1.4	Popis a zásady prevádzkových stavov HSCHZ	15
6.4.1.1.4.1	Režim pohotovosť	15
6.4.1.1.4.2	Havarijný režim	16
6.4.1.1.5	Prevádzka systému HSCHZ v režime pohotovosti	16
6.4.1.1.5.1	Pasívne systémy	16
6.4.1.1.5.2	Aktívne systémy	16
6.4.1.1.6	Prevádzka systému HSCHZ v havarijnom režime	17
6.4.1.1.6.1	Malé úniky z I.O., so zahrnutím systémov normálneho dopĺňania a bórovej regulácie	17
6.4.1.1.6.2	Veľké úniky z I.O., s aktiváciou ESFAS signálu	17
6.4.1.1.6.3	Seizmická udalosť – zemetrasenie	18
6.4.1.1.6.4	Roztrhnutie parných potrubí	18
6.4.1.1.6.5	Roztrhnutie potrubia NV v kontajneroch (medzi SK a PG)	18
6.4.1.1.6.6	Strata napájania vlastnej spotreby	18
6.4.1.1.6.7	Strata chladiva pri otvorení reaktora	18
6.4.1.1.7	Detailné prvky projektu	19
6.4.1.1.7.1	Dispozičné riešenie	19
6.4.1.1.7.2	Hlavné komponenty systému HSCHZ	19
6.4.1.2	Technické hodnotenie systému HSCHZ	19
6.4.1.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia HSCHZ	19
6.4.1.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť	19
6.4.1.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému HSCHZ	20
6.4.1.2.3.1	Kritérium jednoduchšej poruchy	20
6.4.1.2.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	20
6.4.1.2.3.3	Analýza spoľahlivosti	20
6.4.1.2.3.3.1	VT aktívny systém HSCHZ	20
6.4.1.2.3.3.2	NT aktívny systém HSCHZ	21
6.4.1.2.3.3.3	Pasívny systém HSCHZ	21
6.4.1.2.3.3.4	Zhodnotenie spoľahlivosti	21

6.4.1.2.3.4	Preukázanie kvalifikácie systému	21
6.4.1.3	Bezpečnostné zhodnotenie.....	21

LITERATÚRA.....	26
------------------------	-----------

ZOZNAM TABULIEK.....	26
-----------------------------	-----------

ZOZNAM SKRATIEK

APS	automatic load sequencer
ARV	automatický recirkulačný ventil
AZ	aktívna zóna
BF	bezpečnostná funkcia
BO	bezpečnostné opatrenia
BT	bezpečnostná trieda
BD	bloková dozorňa
DG	diesलगenerátor
DPS	dielčí prevádzkový súbor
EA	elektrická armatúra
ELS	Emergency load sequencer
ESFAS	Systém aktivácie technických prostriedkov zaistenia bezpečnosti
HSCHZ	Havarijný systém chladenia aktívnej zóny reaktora
HA	hydroakumulátory (tlakové akumulátory)
HPK	hlavný parný kolektor
H ₃ BO ₃	kyselina boritá
I.O.	primárny okruh
II.O.	sekundárny okruh
JE	jadrová elektrárňa
KO	kompensátor objemu
KOH	hydroxid draselný
LaP	limity a podmienky
MAAE	medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MO34	JE Mochovce NPP 3. a 4. blok
MPH	maximálna projektová havária
MVZ	maximálne výpočtové zemetrasenie
ND	núdzová dozorňa
NT	nízkotlaký
NTČ	NT čerpadlo HSCHZ
NTD	normatívna technická dokumentácia
NV	napájacia voda
OTV	otvorený

PpBS	Predprevádzková bezpečnostná správa
PS	prevádzkový systém
PSA	prepúšťacia stanica do atmosféry
PZ	projektové zemetrasenie
R	reaktor
RA,RV	regulačný ventil
RHR	systém na odvod zvyškového tepla z AZ reaktora po seizmickej udalosti
RLS	systém obmedzenia výkonu reaktora
RTS	systém rýchleho odstavenia reaktora
RČA	rýchločinná armatúra
SK	spätná klapka
SHN	superhavarijné napájanie
SHNČ	superhavarijné napájacie čerpadlo
SKR	systém kontroly a riadenia
SRV	spätný rohový ventil
SS	sprchový systém (aktívny havarijný systém znižovania tlaku v HZ)
TBK	technický a bezpečnostný koncept
TNR	tlaková nádoba reaktora
TVD	technická voda dôležitá
TVN	technická voda nedôležitá
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru SR
ÚP	úvodný projekt
U, Unom	napätie, menovité napätie
VBS	vákuovo-barbotážny systém (pasívny havarijný systém znižovania tlaku v HZ)
VČR	vnútorné časti reaktora
VT	vysokotlaký
VTČ	VT čerpadlo HSCHZ
VZT	vzduchotechnika
ZN	zaistené napájanie

6.4.1 Systém havarijného chladenia AZ

Kapitola PpBS 6.4.1 je vypracovaná v súlade s bezpečnostným návodom ÚJD SR BNS I.1.2/2008, pričom bolo prihladené k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 (v primeranom rozsahu).

Pri vypracovaní predmetnej kapitoly PpBS boli súčasne zohľadnené aj pripomienky k PBS uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008.

Havarijný systém chladenia aktívnej zóny sa považuje za bezpečnostný systém. Podľa tejto klasifikácie systém musí byť prevádzkyschopný počas všetkých projektových havárií, seizmicky odolný a schopný pracovať v podmienkach, ktoré nastanú po projektových haváriách. Bezpečnostný systém musí vykonávať svoju funkciu aj pokiaľ nastane jednoduchá porucha.

6.4.1.1 Opis systému havarijného chladenia AZ

6.4.1.1.1 Účel systému havarijného chladenia zóny

Slúži na zmiernenie priebehu a následkov havarijnej udalosti a jej likvidácie, ktorá je spojená so stratou integrity I.O. alebo II.O. resp. zabezpečenie odvodu tepla z AZ po seizmickej udalosti na bloku, keď nie je možné odvádzať teplo cez zariadenia II.O. pričom I.O. si integritu zachoval.

HSCHZ musí vykonávať svoju bezpečnostnú funkciu aj v prípade straty napájania vlastnej spotreby (strata napájania z normálnych a záložných zdrojov) nakoľko môže byť napájaný aj z núdzových zdrojov (DG). Havarijne chladenie aktívnej zóny je vykonávané v súčinnosti nasledovných systémov :

- 1) Pre odvod tepla z AZ po LOCA alebo strate integrity II.O. je určený pasívny HSCHZ, VT HSCHZ a NT HSCHZ.
- 2) pre riadenie tlakových pomerov v kontajneroch po havarijnej udalosti, ktorá je spojená so stratou integrity I.O. alebo potrubí II.O. umiestneného v kontajneroch je určený sprchový systém (SS) a vákuobarbotážny systém (VBS).
- 3) Pre odvod tepla z AZ po seizmickej udalosti (pokiaľ neprišlo k porušeniu integrity I.O. alebo II.O.) je v prvej etape určený systém prepúšťacej stanice do atmosféry (PSA) a superhavarijných čerpadiel (SHNČ) a v druhej etape systém RHR (potrubie z I.O. do chladiča sprchového systému chladeného TVD, NT čerpadla HSCHZ a potrubia).

Riadenie reaktivity v havarijných procesoch zabezpečuje VT HSCHZ dodávkou koncentráту H_3BO_3 do reaktora a NT HSCHZ dodávkou roztoku H_3BO_3 s odstavnou koncentráciou pre výmenu paliva do reaktora.

Predmetom tejto správy je hodnotenie iba systému:

- HSCHZ - pasívne a aktívne havarijné systémy chladenia aktívnej zóny reaktora (viď, bod 1)
- Druhá etapa chladenia pomocou systému RHR - systém určený na odvod zvyškového tepla z reaktora po seizmickej udalosti (viď bod č.3) v spolupráci so SS, NT HSCHZ a TVD.

Ostatné systémy (SS, VBS, SHN, TVD, PSA) sú popísané v iných kapitolách PpBS.

Hodnotenie zostávajúcich systémov určených na chladenie bloku sú hodnotené v nasledovných kap. Predprevádzkovej bezpečnostnej správy:

- Sprchový systém - Kapitola 06.04.02 Systém hermetického priestoru
- Systém prepúšťacej stanice do atmosféry - Kapitola 06.04.05.03 Systém PSA PG
- Systém superhavarijného napájania PG - Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG
- Systém technickej vody dôležitej - Kapitola 06.04.05.05 Systém technickej vody dôležitej

6.4.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému havarijného chladenia zóny

V tejto kap. je uvedená technologická činnosť jednotlivých podsystémov HSCHZ.

Z hľadiska funkcie sa delia na základné, od seba nezávislé systémy:

- Pasívny havarijný systém chladenia AZ reaktora zabezpečuje
 - zaliatie AZ reaktora roztokom H_3BO_3 v prípade, že tlak v reaktore v dôsledku havarijnej situácie poklesne pod tlak v hydroakumulátore.
- VT - aktívny havarijný systém chladenia AZ zabezpečuje
 - kompenzovanie únikov chladiva z I.O.
 - vnos zápornej reaktivity do AZ – dodávkou koncentráту H_3BO_3
 - kompenzovanie kladných efektov reaktivity vyvolaných porušením parametrov II.O.
- NT - aktívny havarijný systém chladenia AZ zabezpečuje
 - Kompenzovanie únikov chladiva z I.O. a opätovné zaliatie AZ reaktora
- Systém RHR zabezpečuje
 - Odvod zvyškového tepla z AZ reaktora po seizmickej udalosti

6.4.1.1.2.1 Bezpečnostne funkcie ktoré plní systém havarijného chladenia AZ

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie ktoré vykonávajú podsystémy HSCHZ v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. 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 a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS.

Pasívny havarijný systém chladenia AZ reaktora

- 2d) odvod tepla z aktívnej zóny jadrového reaktora pri porušení chladiaceho okruhu jadrového reaktora s cieľom obmedziť poškodenie paliva

VT - aktívny havarijný systém chladenia AZ

- 2d) odvod tepla z aktívnej zóny jadrového reaktora pri porušení chladiaceho okruhu jadrového reaktora s cieľom obmedziť poškodenie paliva

NT - aktívny havarijný systém chladenia AZ

- 2d) odvod tepla z aktívnej zóny jadrového reaktora pri porušení chladiaceho okruhu jadrového reaktora s cieľom obmedziť poškodenie paliva

Systém RHR - určený na odvod zvyškového tepla z AZ reaktora po seizmickej udalosti

- 2e) odvod zostatkového tepla pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke a havarijných podmienkach, keď nedošlo k porušeniu integrity chladiaceho okruhu jadrového reaktora

6.4.1.1.2.2 Kategorizácia zariadení HSCHZ do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Všetky zariadenia HSCHZ pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. Podstatná časť zariadenia

HSCHZ je zaradená do BT II. Do BT I patria len tie zariadenia, ktoré sú priamo pripojené k zariadeniam I.O. Sú to potrubné vetvy výtlakov VT čerpadiel HSCHZ, NT čerpadiel HSCHZ, potrubia systému RHR od primárneho okruhu až po prvú oddeľovaciu armatúru vrátane, na patričnej vetve. Do BT III patria: systém TVD a potrubné trasy odvodu pracovného média na čistenie a návrat do zariadení HSCHZ.

Zariadenia systému HSCHZ sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 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 systému HSCHZ, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z., resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006.

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď, §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).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému HSCHZ, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006

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

Systém HSCHZ a jeho podporné systémy sú **seizmicky odolné**, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Podstatná časť zariadení HSCHZ je seizmicky odolná - prípadné odchýlky od vyššie popísaného prístupu pri zaradení do seizmickej kategórie budú uvedené pri popise príslušného zariadenia v ďalšom texte. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet).

6.4.1.1.2.3 Pasívny systém havarijného chladenia AZ

Uvádza sa do činnosti samovoľne, ak nastanú také prevádzkové podmienky, kedy je činnosť tohto systému potrebná. Uvádza sa do činnosti bez iniciačného impulzu zvonka a pracuje bez nutnosti prívodu energie po obmedzenú dobu, až po vyčerpanie vlastnej zásoby energie. Po jej vyčerpaní, musí byť systém nahradený aktívnym systémom.

Koncepcia jadrovej bezpečnosti bloku je založená na predpoklade možného zlyhania funkcie niektorého zo zariadení pasívnych systémov a preto je tento systém 100% zálohovaný (jedna nezávislá jednoduchá porucha). Tvoria ho dva od seba nezávislé a identické podsystémy na jeden reaktorový blok.

Jeden pasívny podsystém pozostáva z dvoch tlakových zásobníkov (HA) s prívodom chladiva do AZ, jeden nad a druhý pod AZ. HA sú s reaktorom prepojené potrubnými vetvami priamo na nátrubky o rovnakej svetlosti tak, že dva HA privádzajú chladivo pod AZ a dva HA nad AZ reaktora.

Pri riešení ťažkých havárií je možné natlakovať dva HA, jeden z každého podsystému pomocou VT dusíka až nad nominálny tlak.

Systém je skonštruovaný tak, že ak príde k poklesu tlaku v R pod hodnotu tlaku v HA, začne samovoľne, pod účinkom tlaku dusíka v HA, vytekať z HA roztok H_3BO_3 do AZ. Na každej potrubnej vetve od HA ku R sú za sebou zaradené po dva spätné ventily, ktoré udržiavajú počas prevádzky bloku tlakový spád medzi HA a R. Pred vyprázdnením HA sa pomocou plavákového mechanizmu vytekanie vodného roztoku H_3BO_3 z HA zastaví a zabráni tak prieniku dusíka do primárneho potrubia.

6.4.1.1.2.4 Aktivný systém havarijného chladenia AZ

Je riešený s redundanciou 3x100%. Znamená to, že ho tvoria tri funkčne úplne nezávislé, výkonovo identické podsystémy na jeden reaktorový blok. Každý z nich je samostatne schopný svojimi parametrami plniť požiadavky, na ktoré bol určený. Každý aktívny podsystém pozostáva z:

- VT uzol
- NT uzol

6.4.1.1.2.4.1 VT - aktívny systém havarijného chladenia AZ

Popis systému

VT uzol pozostáva z VT čerpadla a zásobnej nádrže koncentráta H_3BO_3 . Projektové riešenie VT uzlu je také, že tlak v I.O. počas doplňovania VT čerpadlom neprekročí hodnotu zodpovedajúcu minimálnemu prietoku čerpadla, je to dané konštrukciou automatického recirkulačného ventilu ARV. Čerpadlo je na strane sania potrubím napojené na zásobnú nádrž, pričom na potrubí sú osadené potrebné uzatváracie armatúry a SK. Bezprostredne za čerpadlom je umiestnený automatický recirkulačný ventil (ARV). V hlavnej výtlačnej trase je mimo kontajnementu zaradená EA s obtokom. Tá bude slúžiť na plynulé dodávanie chladiva do I.O. pri kompenzácii malých únikov. Na hranici kontajnementu (zvonka) je ešte RČA. Na pokračujúcej vetve v kontajmente sú už len dva spätné rohové ventily (SRV) tiež na hranici kontajnementu (zvnútra), čo sú pasívne prvky. Tieto hraničné armatúry na hranici kontajnementu (zvonka ako aj zvnútra) sú zariadenia určené pre izolovanie potrubia prechádzajúce cez hranicu kontajnementu. Výtlačná trasa od VTČ je napojená vždy do studenej vetvy HCP. VTČ je vybavené dvojitou mechanickou upchávkou s autonómnym okruhom chladenia. Upchávky sú zahľcované a zároveň chladené cez termosifónovú nádobku, patriacu do okruhu mechanickej upchávky. Tá je napojená na systém TVD. Pomocou nej sú chladené aj ložiská čerpadla, elektromotora ako aj vzduchový chladič elektromotora. VT uzol sa zapája z čistiacej stanice pre regeneráciu H_3BO_3 . Obsah zásobných nádrží medzi jednotlivými podsystémami je možné navzájom prečerpávať pomocou čerpadla.

Popis funkcie

Čerpadlo je elektricky napájané z II. kategórie zaisteného napájania. Vo výtlačnej trase je automatický recirkulačný ventil (ARV), ktorý plní funkciu prerozdeľovania prietoku do výtlačnej vetvy alebo recirkulácie, alebo oboje súčasne. Automatický recirkulačný ventil (ARV) pri práci čerpadla do recirkulácie zároveň zabezpečuje potrebný protitlak, ktorý si daný typ čerpadla vyžaduje a tak ho chráni pred zhavarovaním. Automatický recirkulačný ventil (ARV) je pasívny prvok v systéme a na svoju funkciu nepotrebuje žiadne signály a energiu. Prípadný pretlak I.O. voči VT systému oddeľujú SRV. Čerpadlo je schopné dodať médium do I.O. keď je tlak v I.O. nižší než tlak, keď sa automatický recirkulačný ventil (ARV) prepne na recirkuláciu. Na odskúšanie plnej funkčnosti VTČ a jeho spolupráce s automatickým recirkulačným ventilom (ARV) bola oproti ÚP doplnená skúšobná trasa vrátane RV a potrebnými oddeľovacími uzamykateľnými armatúrami. Táto trasa sa smie používať, len ak je R odstavený, alebo ak je daný podsystém vyradený z prevádzky.

6.4.1.1.2.4.2 NT - aktívny systém havarijného chladenia AZ

Popis systému

Systém pozostáva z :

- NT čerpadla.

Všetky čerpadlá sú vybavené dvojitou mechanickou upchávkou, ktorá má vlastný okruh chladenia napojený na tzv. termosifón. Je to tlaková nádoba s plynovým vankúšom, ktorý udržiava v okruhu pretlak zabraňujúci úniku Ra média mimo okruh. Termosifón je chladený TVD.

- Zásobnej nádrže roztoku H_3BO_3 . NTČ sú s nádržami spojené potrubím. Okrem sania roztoku H_3BO_3 zo zásobnej nádrže, môžu čerpadlá sať vodný roztok H_3BO_3 aj zo zbernej jímky boxu PG.
- Zbernej jímky je umiestnená na podlahe v kontajmente. V tomto prípade však nasávajú čerpadlá vodný roztok H_3BO_3 cez tepelný výmenník HSCHZ.
- Tepelného výmenníka SS. Táto alternatíva je aktuálna len v prípade úniku chladiva na podlahu v boxe PG. Zberná jímka ako aj tepelný výmenník SS patria medzi havarijné systémy znižovania tlaku v HZ. Zberné jímky sú vybavené sitovými konštrukciami,
- Sieťovej konštrukcie zabraňujú znefunkčneniu čerpadiel ich upchatím cudzími predmetmi (poškodená tepelná izolácia, ...). Oproti ÚP sú doplnené merania hladiny pred a za každým sitom pre informovanosť personálu blokových dozorní o stave zanesenia sieťových konštrukcií.

Sanie čerpadla je možné napojiť:

- a) Cez uzatváraciu armatúru na zásobnú nádrž.
- b) Na zbernú jímku v podlahe boxu PG a odtiaľ cez tepelný výmenník SS.
- c) Na potrubie I.O. (trasy RHR) pri dochladzovaní I.O. po seizmickej udalosti.
- d) K zásobnej nádrži sprchového systému cez vodoprúde čerpadlo.

Každá výtlačná vetva od NT čerpadla HSCHZ má mimo kontajnementu v trase SK a za ňou regulačnú armatúru ktorá, pri dochladzovaní reaktora systémom RHR (po seizmickej udalosti) a v režime bloku č. 6 pri strate prirodzenej cirkulácie, slúži na regulovanie dodávaného množstva chladiva do R. Na hranici kontajnementu (zvonka) je ešte RČA. Na pokračujúcej vetve v kontajmente sú už len dva spätné rohové ventily (SRV) tiež na hranici kontajnementu (zvnútra), čo sú pasívne prvky. Tieto hraničné armatúry na hranici kontajnementu sú zariadenia určené pre izolovanie potrubia prechádzajúce cez hranicu kontajnementu. Mimo kontajnementu je z výtlačnej vetvy pred priechodkou inštalovaná skúšobná trasa, ktorá vedie späť do zásobnej nádrže. Okrem toho, je NTČ vybavené trasou trvalého obtoku, ktorá má dve funkcie:

- V havarijnom stave umožní nabehnúť čerpadlo ešte pred očakávaným poklesom tlaku v I.O. pri ktorom sa čerpadlo už presadí do reaktora. Trasa je zaústená pred tepelný výmenník SS.
- Monitoring koncentrácie H_3BO_3 vykonávaný cez dve odberové miesta (pred a za škrtiacou clonou).

Zapĺňanie zásobných nádrží NT HSCHZ sa robí pomocou čerpadiel zo systému prípravy a dávkovania chemických reagentov cez plniaci kolektor roztokom H_3BO_3 . Obsah nádrží je od okolitého prostredia oddelený hydrouzáverom. Obsah nádrží sa počas výmeny paliva využíva na zapĺňanie bazény výmeny.

Aby bolo možné riešiť aj stavy definované ako TH je na 3. podsystéme NT HSCHZ cez nátrubok vytvorená možnosť na pripojenie systému rezervného zdroja vody.

Popis funkcie

Pohony NT čerpadiel HSCHZ sú napájané z II. kategórie zaisteného napájania. Do činnosti sa uvádzajú príslušnými technologickými signálmi. Od momentu nábehu NTČ pracuje do trasy trvalej recirkulácie a môže v takomto režime pracovať neobmedzene dlho. Po otvorení RČA a poklese tlaku v I.O. pod hodnotu zodpovedajúcu minimálnemu prietoku čerpadla sa automaticky začne dopravovať roztok H_3BO_3 do I.O. a to pod AZ i nad AZ reaktora. Ak sa zásoba vodného roztoku H_3BO_3 v nádrži vyčerpá, príde k automatickému

prepnutiu sania a to z podlahy boxu PG cez zbernú jímku, kde sa hromadí chladiivo unikané z roztrhnutého potrubia I.O. Zberná jímka je napojená priamo na tepelný výmenník SS.

6.4.1.1.2.4.3 Systém RHR - určený na odvod zvyškového tepla z AZ reaktora po seizmickej udalosti

Počas zemetrasenia s intenzitou rovnou alebo väčšou, ako je PZ, signál ESFAS oddelí systémy na odvod tepla z bloku ktoré nie sú seizmicky odolné a vytvoria sa podmienky potrebné pre zabezpečenie odvodu tepla iba systémami seizmicky odolnými. Po výskyte seizmickej udalosti RTS automaticky odstavuje aj reaktor (signál na rovnakej úrovni ako ESFAS). Odvod tepla sa realizuje v dvoch fázach nasledovným spôsobom:

- a) V 1. fáze prebieha tzv. parný režim odvodu tepla z AZ a to cez PSA a súčasným dopĺňovaním NV do PG pomocou SHNČ
- b) V 2. fáze príde na rad tzv. vodný režim pomocou systému RHR

Pred koncom režimu dochladzovania reaktora v parnom režime, kedy parametre chladiva v studenej vetve HCP dosiahnu stanovené hodnoty operátor vytvorí okruh Reaktor – potrubie systému RHR (vrátane oddeľovacích armatúr) – tepelný výmenník SS – NTČ – Reaktor. Chladiivo cirkuluje prácou NTČ a teplo sa odvádza do systému TVD cez tepelný výmenník SS. Tlakové a teplotné parametre v I.O. sú ohraničené parametrami a bezpečnou prevádzkou tepelného výmenníka HSCHZ. Vhodný rozdiel teplôt medzi I.O. a chladivom vystupujúcim z tepelného výmenníka SS sa dosahuje reguláciou prietoku cez tepelný výmenník HSCHZ. Vychladzovanie AZ reaktora takýmto spôsobom nesmie prekročiť trend poklesu teploty tlakovej nádoby. Tento spôsob odvodu tepla sa použije aj v prípade, že príde k seizmickej udalosti počas výmeny paliva alebo pri dochladzovaní R, ak už prebieha vodovodný režim dochladzovania AZ.

6.4.1.1.2.5 Podporné systémy HSCHZ

Funkčná pohotovosť a činnosť zariadení HSCHZ v havarijných režimoch je podmienená prevádzkyschopnosťou nasledovných zariadení:

- TVD potrebná na chladenie tepelných výmenníkov SS
- Špeciálna vzduchotechnika –určená na chladenie miestností čerpadiel HSCHZ (
- Elektročasť zariadení HSCHZ
- Všetky meracie a regulačné obvody systému SKR patriace k technológii HSCHZ

Všetky tieto systémy sú potrebné na zabezpečenie prevádzkyschopnosti HSCHZ systému a sú navrhnuté s tými istými redundanciami a je u nich zabezpečená tá istá nezávislosť (separácia, dispozícia) ako v prípade HSCHZ systému. V prípade že vyššie uvedené systémy alebo niektorá redundancia HSCHZ nie je prevádzkyschopná, rieši sa to v zmysle LaP.

Pre manipulácie spojené s plnením, dopĺňovaním, či vypúšťaním, údržbou a kontrolou zariadení je nutné, aby boli prevádzkyschopné tieto systémy:

- VT dusík na plnenie HA
- NT dusík na homogenizáciu roztoku N_2H_4 a KOH v nádržiach SS
- NT stlačený vzduch na prefukovanie sprchových trysiek a na homogenizáciu roztoku v nádržiach NT HSCHZ
- Systém špeciálnych drenáží a systém drenáží v stavebnej časti
- Systém odberu vzoriek
- Prívod chemických roztokov
- Prívod roztoku H_3BO_3 od VT čerpadla koncentráta bóru

- Čistiaca stanica vôd bazénov a nádrží havarijného systému a spojovacie potrubie pre privod a odvod roztoku H_3BO_3
- Činnosť dezaktivačného systému
- VZT systémy zabezpečujúce ventiláciu v miestnostiach zariadení HSCHZ

6.4.1.1.2.6 Osobitné požiadavky na systém HSCHZ

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky **ÚJD SR č. 430/2011** 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. 6.4.1.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému HSCHZ, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky **ÚJD SR č. 50/2006**, Príloha č. 3, v častiach:

- B/II/C - Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora,
- B/II/H - Bezpečnostné systémy,

a sú uvedené v kapitole 6.4.1.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 pre vybrané zariadenia systému HSCHZ (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 6.4.1.3 nižšie.

6.4.1.1.2.6.1 Integrita tepelných výmenníkov SS

V tepelnom výmenníku SS je médium I.O. (roztok H_3BO_3) oddelený od chladiaceho média (TVD) stenou teplo-výmenných trubiek. V projekte je navrhnutý špeciálny monitorovací systém tesnosti tepelného výmenníka SS. Pokiaľ je tepelný výmenník SS v režime pohotovosti, je recirkulačná trasa monitorovania prieniku TVD do strany I.O. v prevádzke. Tá zabráni, aby v pohotovostnom režime neprišlo k zaplneniu priestoru s vodným roztokom H_3BO_3 médiom TVD, čím by sa vytvorila nebezpečná situácia pre nežiaduce riedenie vodného roztoku H_3BO_3 v I.O.

Ku každému tepelnému výmenníku SS je pripojený systém monitorovania jeho netesnosti a to zo strany TVD smerom do strany I.O. s vodným roztokom H_3BO_3 . Princíp monitorovania je založený na rozdielnej vodivosti surovej vody (TVD) a vody I.O. (vodný roztok H_3BO_3). Meranie sa robí cirkuláciou vzorkovej vody cez senzor vodivosti. Vodivosť sa zväčší, ak príde k prieniku TVD do priestoru s obsahom vodného roztoku H_3BO_3 .

6.4.1.1.2.6.2 Zabezpečenie ohrevu technologických médií v HA a zásobných nádržiach HSCHZ

Podmienkou zabezpečenia projektovanej životnosti tlakovej nádoby reaktora je, aby prevádzkové médiá systémov HSCHZ boli udržiavané na požadovanej teplote. V prípade zapracovania systémov HSCHZ s dodávkou vody do reaktora sa takto zníži tepelný šok na stenách tlakovej nádoby reaktora a minimalizuje sa riziko jej poškodenia.

Teplota sa udržiava automaticky pomocou el. ohrievačov. Všetky ohrievače sú napájané zo zdroja nezaisteného napájania a patria medzi neoddeliteľné spotrebiče. Zohrievanie média za núdzových podmienok sa v nádržiach nevykonáva. Okrem toho sa ohrievače po poklese hladiny v nádržiach automaticky vypnú, aby sa predišlo ich poškodeniu.

Ohrievače zásobných nádrží nie sú zaradené podľa Vyhl. č. 50/2006 Z.z. UJD SR medzi vybrané zariadenia, sú zaradené do 2a kategórie seizmickej odolnosti (zachovať a neohroziť integritu nádrže).

Ohrievače HA nie sú zaradené podľa Vyhl. č. 50/2006 Z.z. UJD SR medzi vybrané zariadenia, sú zaradené do 1b kategórie seizmickej odolnosti (zachovať a neohroziť integritu nádrže).

6.4.1.1.2.7 Elektrické napájanie

Elektrické napájanie je pre každý systém HSCHZ zabezpečené z príslušnej redundancie systému ZN II. kategórie, čo umožňuje prevádzku systému HSCHZ i pri strate napájania vlastnej spotreby t.j. všetky redundantné systémy HSCHZ sú nezávislé z hľadiska elektrického napájania.

6.4.1.1.2.8 Systém kontroly a riadenia

Dôležité elektrické spotrebiče sú ovládané zo signálov ESFAS. – tento systém SKR má v kapitole 06.05 PpBS svoju osobitnú podkapitolu 06.05.03 - Systém zaistenia bezpečnosti - ESFAS.

6.4.1.1.2.9 VZT systém

Na zabezpečenie podmienok prostredia v miestnosti čerpadiel HSCHZ je navrhnutý chladiaci VZT systém, ktorý sa zapne spolu s príslušnými VT, NT čerpadlami HSCHZ, alebo čerpadlami SS v danej miestnosti. Detailnejší popis sa nachádza v kapitole 06.07.03 PpBS popisujúcej VZT systémy.

6.4.1.1.3 Činnosť obsluhy

Ak sa zariadenia HSCHZ 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 počiatočnej fáze sa jednotlivé systémy uvádzajú do činnosti automaticky. Ak príde k strate el. napájania, uvádzajú sa do činnosti podľa automatiky postupného zaťažovania DG (ELS program) a tiež podľa technologických podmienok. V tejto fáze má možnosť do procesu zasiahnuť aj obsluha (operátor). Obsluha v BD/ND sleduje priebeh zmierňovania následkov havárie a postupne odpája prebytočné zariadenia systémov HSCHZ (ak to blokády dovoľujú). V konečnej fáze likvidácie havarijného stavu na bloku vykonáva obsluha zásahy ručne s ohľadom na aktuálny stav parametrov bloku.

6.4.1.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov HSCHZ

Systémy havarijného chladenia AZ majú z hľadiska prevádzkových stavov JE osobitné postavenie, lebo sú určené k zásahu len pri závažných havarijných situáciách bloku, spojených s podchladením, alebo so stratou chladiwa I.O. Vtedy technologické zariadenie HSCHZ pracuje na menovitom výkone.

Za normálnej prevádzky reaktorového bloku sú systémy HSCHZ v pohotovosti zasiahnuť v prípade havarijnej situácie, takže systémy HSCHZ majú dva základné prevádzkové režimy:

- režim pohotovosti,
- havarijný režim.

6.4.1.1.4.1 Režim pohotovosť

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 odstavovania bloku alebo počas automatického odstavovania reaktora v dôsledku poruchy normálneho

odvodu tepla z reaktora (ale bez výskytu havarijnej situácie bloku, spojenej s podchladením, alebo so stratou chladiva I.O.). V režime pohotovosti sú HSCHZ pripravené kedykoľvek samočinne plniť svoju funkciu, spojenú so stratou integrity normálneho odvodu tepla z reaktora alebo s podchladením chladiva v I.O.. Jednotlivé zariadenia je možné uviesť do činnosti aj ručne.

Počas režimov bloku č.1 až 5 - vid'. zoznam prevádzkových režimov v kapitole č. 02.04. PpBS - sa vyžaduje plná pohotovosť systému HSCHZ a jeho podporných systémov. V prípade, že niektorý z hore uvedených systémov alebo niektorá redundancia HSCHZ nie je prevádzkyschopná, tak sa vplyv na prevádzkyschopnosť HSCHZ rieši v súlade v LaP.

V Limitách a Podmienkach sú definované detailné požiadavky na prevádzkyschopnosť HSCHZ.

Pohotovosť NT aktívneho havarijného systému chladenia AZ je vyžadovaná aj v režime bloku č.6.

V režime bloku č.6 sa hydroakumulátory odtlačujú (pre riešenie havarijných situácií zostáva možnosť gravitačného dopĺňovania reaktora).

6.4.1.1.4.2 Havarijný režim

V nasledovných **stavoch abnormálnej prevádzky a havarijných situácií bloku** sa predpokladá aktívna činnosť systémov HSCHZ:

- Únik chladiva z I.O.
- Roztrhnutie hlavného parného kolektora (HPK)
- Strata napájania vlastnej spotreby
- Roztrhnutie potrubia napájacej vody
- Zemetrasenie
- Strata chladiva pri otvorení reaktora

Vo všetkých vyššie menovaných prevádzkových stavoch a havarijných situáciách bloku, systémy HSCHZ zabezpečujú dopĺňovanie chladiva do I.O., zabezpečujú dostatočnú podkritičnosť reaktora resp. odvod tepla z AZ reaktora. Činnosť HSCHZ trvá po celú dobu kedy je nutné havarijné dopĺňovanie alebo dochladzovanie reaktora.

6.4.1.1.5 Prevádzka systému HSCHZ v režime pohotovosti

6.4.1.1.5.1 Pasívne systémy

U pasívnych HSCHZ sa nepripúšťa prevádzková nepohotovosť ktoréhokoľvek podsystému, pokiaľ sa má blok uviesť na výkon, alebo na výkone zotrvať. Znamená to, že pri prevádzkovej nepohotovosti ktoréhokoľvek pasívneho podsystému operatívny personál nesmie odstavený blok nabehnúť, alebo pokračovať v prevádzke, ak je už blok na výkone. V havarijných analýzach sa konzervatívne s neúčinnosťou jedného podsystému uvažuje.

6.4.1.1.5.2 Aktívne systémy

U aktívnych podsystémov sa predpokladá možnosť poruchy funkcie technologického zariadenia u jedného podsystému a neúčinnosť druhého podsystému, pokiaľ tento bude dodávať chladivo priamo do roztrhutej vetvy HČČ, takže chladivo necirkuluje cez AZ. Preto sú aktívne systémy zálohované 200% na jeden reaktorový blok. Počas prevádzky bloku, ak príde k poruche na aktívnom systéme, je (podľa LaP) povolená oprava na ňom po dobu max. 72 hod. V oprave však smie byť len jeden z troch podsystémov. Pred zahájením opravy na ktoromkoľvek aktívnom podsystéme, musí byť preukázaná funkčná schopnosť zostávajúcich dvoch podsystémov. Pokiaľ nemožno preukázať takúto funkčnú spôsobilosť na zostávajúcich

dvoch podsystemoch, blok musí byť odstavený. Taktiež, ak sa oprava na jednom opravovanom podsysteme predĺži na viac ako 72 hod, musí byť blok odstavený.

6.4.1.1.6 Prevádzka systému HSCHZ v havarijnom režime

Počas havarijných podmienok bloku plnia HSCHZ svoju hlavnú funkciu. Znamená to, že zabezpečujú odvod tepla z AZ pri strate tesnosti I.O. V ďalej uvedených popisoch stavov bloku, sa nejedná o popisy signálov pre SKR, ale o prevádzkové stavy bloku, pri ktorých dochádza, alebo môže prísť k využitiu havarijných systémov.

Existujú štyri základné havarijné stavy bloku.

- a) Stav bloku s malým únikom z I.O.
- b) Stav bloku s veľkým únikom z I.O.
- c) Zemetrasenie
- d) Strata chladiva pri otvorenom reaktore

Okrem vyššie popísaných stavov, môže prísť k ďalším trom stavom na bloku, kedy VTČ a NTČ nabehnú, avšak nemusí prísť k ich priamemu zásahu do I.O. počas priebehu havarijnej situácie. Ide o tieto stavy:

- e) Roztrhnutie parného potrubia
- f) Roztrhnutie potrubia napájacej vody v kontajnermente
- g) Strata napájania vlastnej spotreby

V nasledovných kapitolách sú stručne popísané jednotlivé stavy ad a) až g)

6.4.1.1.6.1 Malé úniky z I.O., so zahrnutím systémov normálneho dopĺňania a bórovej regulácie

Takáto porucha sa prejaví pomerne rýchlo v poklese hladiny v kompenzátore objemu. Pokiaľ hladina v kompenzátore objemu klesne pod definovanú hodnotu, tak sa automaticky zapne druhé čerpadlo normálneho dopĺňovania. Obe tieto čerpadlá dokážu kompenzovať daný únik z I.O. pomocou roztoku H_3BO_3 . Toto je dôvod prečo, v závislosti od miesta a veľkosti úniku, nedôjde na primárnom okruhu k dopĺňovaniu pomocou havarijných systémov. Čerpadlá normálneho dopĺňovania sú schopné kompenzovať malé úniky. Predpokladá sa, že priebeh havarijného stavu bude taký pomalý, že prevádzkový personál bude mať možnosť zastaviť reaktor normálnym plynulým spôsobom.

6.4.1.1.6.2 Veľké úniky z I.O., s aktiváciou ESFAS signálu

Tento únik pokrýva rôzne stavy až po ten najhorší možný, t.j. stav kedy nastane LB LOCA. Je to prípad prasknutia potrubia až po svetlosť DN 500 s obojstranným výtokom.

Pokiaľ je únik taký veľký, že presahuje možnosti kompenzácie pomocou čerpadiel normálneho dopĺňovania v rámci signálov ESFAS (pokiaľ nedošlo k strate napájania v danom čase) sa spustia VTČ a NTČ čerpadlá na recirkuláciu a súčasne s tým sa otvoria aj RČA na VT a NT HSCHZ, umiestnené vo výtlačných trasách na hranici kontajnermentu zvonku. Pokiaľ tlak v I.O. bude naďalej klesať, tak sa zaháji dopĺňovanie VTČ. VTČ začínajú čerpať chladivo do primárneho okruhu, keď príde k poklesu tlaku v I.O. pod hodnotu zodpovedajúcu minimálnemu prietoku čerpadla. Pokiaľ je únik v I.O. taký veľký, že nemôže byť kompenzovaný len VTČ a naďalej klesá hladina a tlak v kompenzátore objemu, aktivuje sa pasívny systém, konkrétne vo forme chladiva z HA. Pokiaľ sa minie zásoba chladiva z HA a tlak naďalej klesá, chladivo do I.O. sa dodáva NTČ.

NTČ začínajú čerpať chladivo do primárneho okruhu keď príde k poklesu tlaku v I.O pod hodnotu zodpovedajúcu minimálnemu prietoku čerpadla. Jeho prevádzka môže pokryť aj tie najhoršie prevádzkové stavy, ako napríklad keď dôjde k LB LOCA.

Čerpadlá HSCHZ sú v prevádzke (max. 3 x VTČ a 3 x NTČ). Po tom, čo sa odčerpá vodný roztok H_3BO_3 z nádrží NT systému HSCHZ až na minimálnu hodnotu, sa príslušné ventily na zásobných nádržiach zavrú a všetky VT a NT čerpadlá HSCHZ začnú sať vodný roztok H_3BO_3 z podlažia boxu parogenerátorov cez sitovú konštrukciu a cez tepelný výmenník SS.

6.4.1.1.6.3 Seizmická udalosť – zemetrasenie

Počas seizmickej udalosti plní systém RHR funkciu odvodu tepla – dochladzovania AZ cez tepelný výmenník SS, nakoľko sa počíta, že cez zariadenia II.O. toto práve vplyvom seizmickej udalosti nebude možné. Podrobný popis činnosti RHR je uvedený v kap. 6.4.1.1.2.4.3.

6.4.1.1.6.4 Roztrhnutie parných potrubí

V tomto prípade dochádza k úniku pary z parných potrubí, čo má za následok automatické odstavenie reaktoru a rozdelenie HPK. Prípadný pokles hladiny v KO môže viesť k zapracovaniu HSCHZ (predovšetkým VTČ).

6.4.1.1.6.5 Roztrhnutie potrubia NV v kontajnernte (medzi SK a PG)

V scenári pre havarijnú situáciu na bloku sa počíta s takouto situáciou bez zásahu zariadení HSCHZ.

Má za následok automatické odstavenie R. To je sprevádzané poklesom teploty v I.O. a poklesu hladiny a tlaku v KO. Situácia sa rieši dopĺňovaním I.O. pomocou čerpadiel systému normálneho dopĺňovania a bórovej regulácie I.O..

6.4.1.1.6.6 Strata napájania vlastnej spotreby

V prípade straty normálneho a pohotovostného napájania pomocných systémov JE sa automaticky spustia DG a nabehnú núdzové zdroje napájania podľa príslušného programu (ELS). ELS program postupne zapne VT čerpadlá HSCHZ, NT čerpadlá HSCHZ, čerpadlá SS, TVD, TVN a VZT systémov.

Pri tejto strate príde k automatickému odstaveniu R, štartu príslušných DG a automaticky sa podáva signál na spustenie spotrebičov napojených na systém zaisteného napájania, kam patrí aj štart VTČ a NTČ systému HSCHZ.

6.4.1.1.6.7 Strata chladiva pri otvorení reaktore

V prípade havárie s únikom chladiva z I.O. pri otvorení reaktore sa na dopĺňovanie chladiva používa NT aktívny systém HSCHZ. Použitie tohto systému pri odstavení reaktore je limitované na režim s roztesneným reaktorom. V tomto režime sa (pre zabezpečenie odolnosti voči jednoduchšej poruche) vyžaduje pohotovosti aspoň dvoch redundancií systému NT systému HSCHZ. V tomto režime NT systém HSCHZ rieši situáciu pri:

- Prerušení prirodzenej cirkulácie v I.O.
- Pri vytvorení únikového otvoru typu LOCA na I.O.

V režime bloku č. 6 sú NT čerpadlá HSCHZ a súvisiace armatúry ovládané prevádzkovou logikou. Na BD/ND je osadený ručný volič označený ako „Meranie hladiny v TNR“, ktorým sa aktivuje logika PCS od merania hladiny v TNR. Tento volič bude do požadovaného režimu prepínať Operátor reaktora ručne pri prechode do režimu bloku č. 6. Po ručnej aktivácii uvedeného voliča prebieha pri poklese hladiny v reaktore

zvuková signalizácia na reaktorovej sále a automaticky nábeh čerpadiel NT systému HSCHZ pre jednotlivé redundancie od hladiny v reaktore.

6.4.1.1.7 Detailné prvky projektu

6.4.1.1.7.1 Dispozičné riešenie

Zariadenia systémov HSCHZ sú umiestnené v HVB.

6.4.1.1.7.2 Hlavné komponenty systému HSCHZ

Skladba jednotlivých podsystémov a ich členenie je vyznačené na technologických schémach.

Každý podsystém HSCHZ (20,40,60) je funkčne identický, taktiež sú systémy HSCHZ na 4. bloku funkčne identické ako na 3. bloku.

6.4.1.2 Technické hodnotenie systému HSCHZ

6.4.1.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia HSCHZ

Všetky zariadenia HSCHZ pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. (viď kap. 6.4.1.1.2.2)

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria HSCHZ 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.

Požiadavky a ich vyhodnotenie, ktoré sú definované vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 Z.z., Príloha č.3, časť B/II./C – Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom pre systém chladenia AZ a časť B/II./H - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom pre bezpečnostné systémy, sú uvedené v kap. 6.4.1.3.

Pre ventily technologických systémov v budove reaktora, pomocnej budove prevádzok a na vybraných obvodoch seizmickej časti platia "Všeobecné technologické postupy OTT-87" so zmenami z roku 1991.

6.4.1.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Systém HSCHZ 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 sheet..

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný voči max. seizmickému projektovému zemetraseniu. Seizmická odolnosť systému HSCHZ je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle metodiky s názvom - 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 preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii, ktorá je súčasťou STD. Prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie

zariadení HSCHZ je uvedený v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.4.1.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému HSCHZ

Výpočtová správa - Hydraulické výpočty pre 1. podsystém NT HSCHZ. Overenie hydraulických výpočtov ukázalo, že 1. podsystém spĺňa požadované funkcie. Vzhľadom k tomu, že 1. podsystém je totožný s 3. podsystémom NT HSCHZ, tieto výsledky môžu byť aplikované aj pre tento systém.

Výpočtová správa - Hydraulické výpočty pre 2. podsystém NT HSCHZ. Overenie hydraulických výpočtov ukázalo, že 2. podsystém spĺňa požadované funkcie.

Výpočtová správa - Hydraulické výpočty pre podsystém VT HSCHZ. Overenie hydraulických výpočtov ukázalo, že podsystém VT HSCHZ spĺňa požadované funkcie.

Kapitola PpBS 07.02.01 Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií preukazuje (okrem preukázania jadrovej bezpečnosti zariadenia) spoľahlivé chladenie AZ počas projektových stavov vid' kap. 6.4.1.1.6.

6.4.1.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy

- Všetky aktívne podsystémy HSCHZ a z nich vytvorený podsystém RHR, sú vyprojektované ako redundantné s kapacitou 3 x 100% na jeden reaktorový blok a sú navzájom fyzicky oddelené a funkčne nezávislé v oblasti systémov riadenia a el. napájania (ktoré je z prislúchajúceho systému zaisteného napájania II. kategórie).
- Pasívny systém HSCHZ je projektovaný ako redundantný s kapacitou 2 x 100% na jeden reaktorový blok, redundancie sú navzájom fyzicky oddelené a funkčne nezávislé.

6.4.1.2.3.2 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 systémov HSCHZ
- vzájomná izolácia systémov HSCHZ proti možnosti záplav z vnútorných príčin (napr. od prasknutého potrubia alebo zásobnej nádrže).

6.4.1.2.3.3 Analýza spoľahlivosti

6.4.1.2.3.3.1 VT aktívny systém HSCHZ

Analýzou systémov bola stanovená stredná nepohotovosť VT systému pre nasledovné vrcholové udalosti:

- Strata všetkých troch VT systémov v injekčnej fáze (iba VT nádrž)
- Strata všetkých troch VT systémov v injekčnej fáze
- Strata všetkých troch VT systémov po naplnení zo systému XL zdrenážovaním barbotážneho kondenzátora
- Strata 2 z 3 VT systémov v injekčnej fáze z NT nádrží
- Strata všetkých troch VT systémov v recirkulačnej fáze
- Strata 2 z 3 VT systémov v recirkulačnej fáze

Na základe analýzy dát bola vypočítaná pravdepodobnosť chybnosti operátora pri nábehu VT systému HSCHZ (keď zlyhal systém ESFAS) pri menších LOCA (predpoklad roztrhnutia potrubia s priemerom < 100mm) a pri väčších LOCA (predpoklad roztrhnutia potrubia s priemerom > 100mm) .

6.4.1.2.3.3.2 NT aktívny systém HSCHZ

Analýzou systémov bola stanovená stredná nepohotovosť NT systému, a stredná nepohotovosť systému havarijného dochladzovania po seizmickej udalosti pre nasledovné vrcholové udalosti nasledovne:

- Strata všetkých troch NT systémov po naplnení zo systému XL zdrenážovaním barbotážneho kondenzátora
- Strata 2 z 3 NT systémov v injekčnej fáze
- Strata všetkých troch NT systémov v injekčnej fáze
- Strata všetkých troch NT systémov v recirkulačnej fáze
- Strata 2 z 3 NT systémov v recirkulačnej fáze
- Strata všetkých troch podsystémov systému havarijného dochladzovania po seizmickej udalosti

Na základe Analýzy dát bola vypočítaná pravdepodobnosť chybného činnosti operátora pri nábehu NT HSCHZ (keď zlyhal systém ESFAS) pri menších LOCA (predpoklad roztrhnutia potrubia s priemerom < 100mm) a pri väčších LOCA (predpoklad roztrhnutia potrubia s priemerom > 100mm).

6.4.1.2.3.3.3 Pasívny systém HSCHZ

Analýzou systémov bola stanovená stredná nepohotovosť systému hydroakumulátorov pre vrcholovú udalosť „Strata 2 zo 4 hydroakumulátorov, pričom jeden dodával vodný roztok H_3BO_3 pod a druhý nad AZ“.

6.4.1.2.3.3.4 Zhodnotenie spoľahlivosti

S takto stanovenou spoľahlivosťou systémov HSCHZ blok spĺňa bezpečnostný cieľ - „Požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia 3. a 4. bloku JE Mochovce pre MO34“ (BNS I.4.2/2006 - Požiadavky na vypracovanie analýz a štúdií PSA). V uvedených dokumentoch je stanovené že sumárna frekvencia tavenia aktívnej zóny reaktora vplyvom vnútorných a vonkajších iniciačných udalostí je **1,00E-05** pre nové jadrové bloky.

Výsledky uvedené v PpBS kap. 07.03 - „Pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti“ demonštrujú splnenie toho cieľa s dostatočnou rezervou.

6.4.1.2.3.4 Preukázanie kvalifikácie systému

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj počas havarijných situácií pre systémy HSCHZ sú definované v dokumente „DOD.C.3 - CHARAKTERISTIKY PROSTREDI - SPECIFIKACE“.

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 HSCHZ je uvedený v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.4.1.3 Bezpečnostné zhodnotenie

Zariadenia HSCHZ môžu ovplyvniť bezpečnosť bloku významným spôsobom. V prípade výskytu havárie musia poskytnúť jej zmierenie a taktiež musia byť dostupné vo všetkých výkonových režimoch bloku. Z dôvodov uvedených v kap. 6.4.1.1.2.2 a 6.4.1.1.2.6 vyššie na systém HSCHZ sú uplatňované požiadavky

definované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006, v prílohe č.3 v časti B/II (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhláske ÚJD SR č. **430/2011** voči požiadavkám vyhláske ÚJD SR. č. 50/2006 je uvedené na konci tejto kapitoly):

(i) Príloha č.3, časť B/II./C – Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom pre systém chladenia AZ.

Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora.

(1) Projekt systému havarijného chladenia aktívnej zóny musí zabezpečiť

a) spoľahlivé chladenie aktívnej zóny počas projektových havárií spôsobených stratou chladiva tak, aby

1. teploty pokrytia palivových článkov neprekročili ustanovené hodnoty
2. energetický príspevok chemických reakcií pokrytia palivového článku a chladiva neprekročil prípustnú hodnotu,

Hodnotenie:

Kapitola PpBS 07.02.01 Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií (nie je ešte vypracovaná) preukazuje spoľahlivé chladenie_AZ počas projektových havarijných režimov vid' kap. 6.4.1.1.6.

3. nevznikli geometrické zmeny palivových článkov a vnútorných častí jadrového reaktora, ktoré by mohli ovplyvniť účinnosť chladenia

Hodnotenie:

Preukázanie, že nevzniknú geometrické zmeny palivových prútov a palivových kaziet, ktoré by mohli mať vplyv na účinnosť chladenia počas pôsobenia HSCHZ, je uvedené v kap. 07.02.01.07 PpBS – Strata chladiva pri havárii

Preukázanie, že nevzniknú geometrické zmeny vnútorných častí reaktora uvedené v PpBS kap. 07.02.02 – Zaťaženie vnútorných častí TNR.

4. odvádzalo sa zostatkové teplo po celý čas jeho uvoľňovania

Hodnotenie:

V haváriách s porušenou tlakovou hranicou I.O. je zostatkový výkon reaktora odvádzaný súčinnosťou HA, VT, NT systém HSCHZ. VT a NT systém HSCHZ po vyčerpaní zásoby chladiva v zásobných nádržiach prechádza do režimu recirkulácie chladiva z podlahy boxu PG cez tepelný výmenník SS do reaktora. V takomto režime je zostatkové teplo odvádzané (systémom TVD odvádzané z bloku) bez časového obmedzenia.

V režime po seizmickej udalosti je dochladenie bloku zabezpečené v dvoch po sebe nasledujúcich fázach:

- v parnom režime, odpúšťaním pary cez PSA do atmosféry a dopĺňovaním vody do PG pomocou SHN

- vo vodnom režime, dochladzovacím systémom RHR .Kombináciou zariadení NT HSCHZ (NT čerpadlo, výtláčne potrubie), SS (tepelný výmenník SS) a spoločné sacie potrubie je v projekte vytvorený systém RHR na odvod zvyškového tepla z AZ po seizmickej udalosti, ktorý je ovládaný ručne operátorom. Túto činnosť plní ľubovoľný podsystém RHR.

b) jeho dostatočné zálohovanie, vzájomnú prepojitelnosť, kontrolu únikov a možnosť ich zachytenia tak, aby systém havarijného chladenia aktívnej zóny pracoval spoľahlivo aj pri jednoduchej poruche,

Hodnotenie:

Odolnosť voči jednoduchej poruche je zabezpečená tým že, všetky podsystémy HSCHZ a z nich vytvorený podsystém RHR, sú projektované s 200% zálohovaním na jeden reaktorový blok, pasívny systém HSCHZ so 100% zálohovaním na jeden reaktorový blok.

- c) schopnosť systému v projekte uvažovanom rozsahu vybraných ťažkých havárií podporiť odvod tepla z aktívnej zóny,

Hodnotenie:

Aby bolo možné riešiť aj stavy definované ako ťažké havárie, na 3. podsystéme NT HSCHZ je nainštalovaný prepoj na systém rezervného zdroja vody, ktorý je v projekte MO34 špecificky určený pre riadenie ťažkých havárií.

- d) možnosť vykonávať periodické skúšky a prehliadky

1. pevnosti a tesnosti systému,

2. aktívnych prvkov systému a ich funkčné vyskúšanie,

3. systému ako celku a jeho funkčné vyskúšanie v podmienkach blízkyh jeho prevádzke.

Hodnotenie:

Systémy je možné periodicky skúšať na recirkuláciu resp. kontrola stavu zariadenia sa vykonáva pravidelne podľa programu prevádzkových kontrol.

- (2) Systém pre odvod zvyškového tepla bude navrhnutý tak, aby sa limitné hodnoty palivového článku v odstavených jadrových zariadeniach neprekročili.

Hodnotenie:

Požiadavka je splnená, počas odstávky sa automaticky aktivujú NT čerpadlá HSCHZ v prípade, že sa zníži hladina vody nad aktívnou zónou. Pre odstránenie zvyškového tepla a dosiahnutie limitných parametrov počas odstávky je potrebné zabezpečiť príslušné množstvo vody.

- (3) Projekt musí zahŕňať zálohovanie bezpečnostných systémov odvodu zostatkového tepla, kontrolu únikov chladiva a možnosť ich zachytenia tak, aby systém odvodu zostatkového tepla pracoval spoľahlivo aj v prípade jednoduchšej poruchy a strate vonkajšieho elektrického napájania.

Hodnotenie:

Odolnosť voči jednoduchšej poruche je zabezpečená tým že, všetky podsystémy HSCHZ a z nich vytvorený podsystém RHR, sú projektované s 200% zálohovaním na jeden reaktorový blok, pasívny systém HSCHZ so 100% zálohovaním na jeden reaktorový blok.

V prípade straty napájania vlastnej spotreby sú zariadenia napájané z havarijných zdrojov el. napájania.

- (5) Projekt musí zahŕňať riešenie spoľahlivého konečného odvodu tepla z vybraných zariadení počas stavu normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky, projektových havárií a počas vybraných ťažkých havárií čiastočne prispievať k odvodu tepla. Konečným odvodom tepla sa rozumie odvod zostatkového tepla do atmosféry alebo do vody, alebo ich kombinácia.

Hodnotenie:

V haváriách s porušenou tlakovou hranicou I.O. je zostatkový výkon reaktora odvádzaný súčinnosťou HA, VT a NT HSCHZ. VT a NT HSCHZ po vyčerpaní zásoby chladiva v zásobných nádržiach prechádza do režimu recirkulácie chladiva z podlahy boxu PG cez tepelný výmenník SS do reaktora. Odvod tepla z tepelného výmenníka SS je odvádzaný pomocou systému TVD. V takomto režime je zostatkové teplo odvádzané (systémom TVD) bez časového obmedzenia.

V režime po seizmickej udalosti je dochladenie bloku zabezpečené v dvoch po sebe nasledujúcich fázach:

- v parnom režime, odpúšťaním pary cez PSA do atmosféry a doplňovaním vody do PG pomocou SHN
- vo vodnom režime, dochladzovacím systémom RHR. Kombináciou zariadení NT HSCHZ (NT čerpadlo, výtláčne potrubie), SS (tepelný výmenník SS) a spoločné sacie potrubie je v projekte vytvorený systém RHR na odvod zvyškového tepla z AZ po seizmickej udalosti, ktorý je ovládaný ručne operátorom. Túto činnosť plní ľubovoľný podsystém RHR. V tejto fáze je takisto odvod tepla z tepelného výmenníka SS odvádzaný pomocou systému TVD.

(6) Spôľahlivosť systémov prispievajúcich ku konečnému odvodu tepla jeho prenosom, zabezpečením energie alebo dodávaním médií do systémov konečného odvodu tepla sa musí dosiahnuť napríklad výberom osvedčených zariadení a systémov, ich zálohovaním, rôznorodosťou, fyzickým oddelením, prepojeniami, izoláciou.

Hodnotenie:

Všetky aktívne podsystémy HSCHZ a podsystém RHR, sú projektované s 200% zálohovaním na jeden reaktorový blok, pasívny systém HSCHZ so 100% zálohovaním na jeden reaktorový blok, sú redundantne od seba funkčne nezávislé, umiestnené v osobitných stavebne a požiarne izolovaných miestnostiach, ktorých el. napájanie je zo systému zaisteného napájania a sú ovládané kvalifikovaným a redundantným SKR systémom - ESFAS alebo manuálne z BD, ND. Systém TVD je spoločný pre oba bloky a redundancia tohto systému je taká istá – 3x100% (t.j. 200% zálohovanie).

Hodnotené havarijné systémy HSCHZ na MO34 je možné požadovať za osvedčené zariadenia, ktorých spoľahlivosť je dlhodobo overovaná v prevádzke skoro totožných zariadení systémov HSCHZ na blokoch JE EMO12 a EBO34 .

(7) Postulované iniciačné udalosti vyvolané prírodnými podmienkami alebo ľudskou činnosťou sa musia zohľadniť v projekte systému konečného odvodu tepla, vo vhodnom výbere rôznorodosti prostriedkov prenosu tepla a zásobných systémov, z ktorých sa dodávajú médiá na prenos tepla.

Hodnotenie:

Všetky podsystémy HSCHZ, sú seizmicky odolné na úroveň SL2 vid' kap. 6.4.1.2.2 a sú kvalifikované na environmentálne podmienky okolitého prostredia počas normálnej prevádzky a havarijných situácií vid' kap. 6.4.1.2.3.4.

Systémy sa uvádzajú do činnosti automaticky od signálov ESFAS. Systém RHR sa aktivuje manuálne operátorom z BD, ND podľa postupov pre núdzovú prevádzku.

Systémy je možné prevádzkovať aj ručne z BD a ND

V prípade straty napájania vlastnej spotreby sú zariadenia napájané z havarijných zdrojov el. napájania I. a II. kategórie.

(ii) Príloha č.3, časť B/II./H - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom pre bezpečnostné systémy.

Bezpečnostné systémy. tu je uvedená iba časť požiadaviek ktoré sa týkajú HSCHZ systémov

(1) Projekt musí zabezpečiť, aby bezpečnostné systémy mali výstup pre aktiváciu systému odstavenia jadrového reaktora a ďalej tieto systémy musia

a) uviesť sa automaticky do činnosti s cieľom zabezpečiť neprekročenie projektových parametrov pri výskyte udalostí podľa § 2 písm. o) a ps),

– Hodnotenie:

V prípade výskytu postulovanej iniciačnej udalosti v kategórii projektových havárií sa dosiahne automatická aktivácia odstavenia reaktora systémom RTS (ktorý je hodnotený a posudzovaný v samostatnej kapitole PpBS).

Automatická aktivácia dosiahnutá systémom ESFAS (t.j. aj vrátane aktivácie HSCHZ) zabezpečuje ochranu hlavných parametrov bloku pod bezpečnostnými limitmi.

Nastavenie bezpečnostných systémov a bezpečnostné limity (vyjadrené ako kritériá akceptovateľnosti v analýze bezpečnosti) s adekvátnymi rezervami sú odvodené z projektových parametrov.

d) pozostávať najmenej z dvoch nezávislých systémov založených na rôznych princípoch a schopných vykonávať funkciu aj pri jednoduchej poruche.

– Hodnotenie:

Negatívne zavedenie reaktivity do AZ reaktora systémami HSCHZ (aktivované systémom ESFAS v prípade projektovej havárie BDA) je založené na vstreknutí roztoku chladiva s obsahom absorbéra H_3BO_3 , zatiaľ čo negatívne zavedenie reaktivity iným nezávislým systémom odstavenia (RTS & RRCS) je založené na zavedení mechanických absorbérov do AZ reaktora gravitáciou. Požiadavky na odolanie kritérií jednoduchej poruchy sú uvedené v projekte HSCHZ a splnenie tohto kritéria bolo posúdené v podkapitole 6.4.1.2.3.1.

f) byť projektované tak, že jeden zo systémov musí byť schopný uviesť jadrový reaktor do podkritického stavu a udržať ho v tomto stave aj v situácii s najvyššou úrovňou reaktivity aktívnej zóny,

Hodnotenie:

Systémy HSCHZ sú aktivované systémom ESFAS, ktorého signály sú zvolené tak aby HSCHZ zahájil dodávku chladiva do reaktora vo všetkých havarijných podmienkach v ktorých by mohlo prísť k nárastu reaktivity aktívnej zóny.

Média, ktoré systém HSCHZ v havarijných podmienkach dodáva do reaktora, obsahujú roztok H_3BO_3 a tým zabezpečujú uvedenie reaktora do podkritického stavu a jeho udržanie v tomto stave aj v situácii s najvyššou úrovňou reaktivity aktívnej zóny.

(2) Projekt musí zahŕňať aj výskyt možných postulovaných iniciačných udalostí v stavoch nízkeho výkonu alebo odstavenia reaktora, keď môže byť znížená pohotovosť bezpečnostných systémov alebo riadiacich systémov.

Hodnotenie:

V správe PpBS, kap. 7 Bezpečnostné analýzy sú riešené stavy s odstaveným reaktorom pričom sa predpokladá znížená prevádzkyschopnosť HSCHZ (jedna redundancia HSCHZ alebo jeho podporných systémov môže byť v režime údržby).

V porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50 /2006, vyhláška č. 430/2011 obsahuje zmenu značenia predmetnej časti Bezpečnostné systémy na I. Ďalej pri porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50 /2006, vyhláška č. 430/2011 v časti B/II/I okrem vyššie uvedených osobitných požiadaviek obsahuje navyše:

(6) Aktivácia a manipulácia s bezpečnostnými systémami musí byť automatizovaná alebo vykonávaná pasívnym spôsobom tak, že zásah obslužného personálu nie je potrebný počas doby stanovenej vyhl. ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. po iniciačnej udalosti.

Hodnotenie:

Systémy sa uvádzajú do činnosti automaticky od signálov ESFAS, v havarijných analýzach je uvažované s dobou stanovenou vyhl. bez zásahu operátora.

Záverom možno konštatovať, že projekt systému HSCHZ spĺňa všetky požiadavky definované pre havarijné systémy vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011.

Súlad s akceptačnými kritériami sa overuje a preukazuje cez havarijné analýzy v kapitole 07.02 PpBS.