

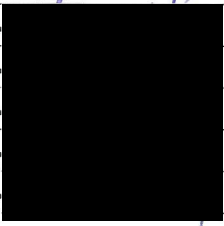
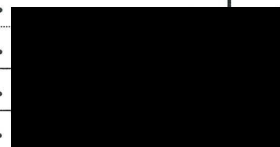
Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.05.06.01 Regulátory I.O.

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

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	nie	SEC. INDEX / INDEX utajenia	Company use/P
			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: 05		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	Plant Unit / Blok elektrárne
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361070		A4	6.01	RS	Z	8
 * P N M 3 4 3 6 1 0 7 0 0 5 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
				1	32			

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436107005_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 30.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE a.s.	• 0530	• 30.07.2019		
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•		
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0520	• 30.07.2019		
			•	•	•		
Verified by / Overil:			• VUJE a.s.	• 0720	• 30.07.2019		
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 30.07.2019		

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/odstavce)	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.	• Titulný list/Tittle list	• PNM3436107005_S_C00_V	• 05
2.	• Textová časť/Text part	• PNM3436107005_S_C01_V	• 05
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH.....	4
ÚVOD.....	6
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	7
6.5.6.1 REGULÁTORY PRIMÁRNEHO OKRUHU.....	9
6.5.6.1.1 POPIS SYSTÉMU.....	9
6.5.6.1.1.1 Účel systému.....	9
6.5.6.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti.....	9
6.5.6.1.1.2.1 Bezpečnostné funkcie.....	9
6.5.6.1.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia.....	10
6.5.6.1.1.2.3 Popis systému.....	11
6.5.6.1.1.2.3.1 Regulátor tlaku v primárnom okruhu.....	11
6.5.6.1.1.2.3.2 Regulácia tlaku v kompenzátore objemu - vstreky.....	11
6.5.6.1.1.2.3.3 Regulácia tlaku v kompenzátore objemu - ohrievače.....	11
6.5.6.1.1.2.3.4 Regulátor hladiny kompenzátora objemu.....	12
6.5.6.1.1.2.3.5 Regulátor hladiny v kompenzátore objemu - spustenie a odstavenie bloku.....	13
6.5.6.1.1.2.3.6 Regulácia hladiny kompenzátora objemu - Malá bórová regulácia.....	13
6.5.6.1.1.2.3.7 Regulácia hladiny kompenzátora objemu - Veľká bórová regulácia.....	13
6.5.6.1.1.2.3.8 Regulácia hladiny v kompenzátore objemu - vstup.....	14
6.5.6.1.1.2.4 Funkcie systému.....	14
6.5.6.1.1.2.5 Elektrické napájanie.....	14
6.5.6.1.1.3 Činnosť obsluhy.....	15
6.5.6.1.1.3.1 Normálna prevádzka.....	15
6.5.6.1.1.3.2 Havarijná prevádzka bloku.....	15
6.5.6.1.1.3.3 Poruchy systému.....	15
6.5.6.1.1.3.4 Popis prevádzkových režimov.....	16
6.5.6.1.1.3.4.1 Regulátory primárneho okruhu v režimoch normálnej prevádzky bloku.....	16
6.5.6.1.1.3.4.2 Regulátory primárneho okruhu v režimoch abnormálnej prevádzky bloku.....	16
6.5.6.1.1.3.4.3 Regulátory primárneho obvodu pri havarijných režimoch bloku.....	17
6.5.6.1.1.3.5 Štruktúra a vlastnosti systému.....	17
6.5.6.1.1.3.5.1 Dispozičné riešenie systému.....	17

6.5.6.1.1.4	Požiadavky na vybrané zariadenia	18
6.5.6.1.1.5	Seizmická odolnosť	18
6.5.6.1.1.6	Princípy bezpečného projektovania	19
6.5.6.1.1.6.1	Kritérium jednoduchej poruchy	19
6.5.6.1.1.6.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	19
6.5.6.1.1.6.3	Diverzita	20
6.5.6.1.1.6.4	Oddelenie	20
6.5.6.1.1.7	Kritérium bezpečnej poruchy	21
6.5.6.1.1.8	Analýza spoľahlivosti	21
6.5.6.1.1.8.1	Kvalifikácia systému	22
6.5.6.1.2	BEZPEČNOSTNÉ HODNOTENIE	24
LITERATÚRA		27
ZOZNAM OBRÁZKOV		30
ZOZNAM TABULIEK		30
ZOZNAM KÓDOV A ŠTANDARDOV		31

ÚVOD

Kapitola POSAR 6.5.6.1 je vypracovaná v súlade so: Zákonom ÚJD SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) [II.4], Vyhláškou ÚJD č. 31/2012 Z. z [II.5], BNS I.1.2/2008 [II.7], , (pričom bolo v primeranom rozsahu prihladené k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 [II.11] a IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1 [II.1])

Pri vypracovaní kapitoly 6.5.6.1 PpBS boli rešpektované pripomienky uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008.

Opatrenia Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. boli použité v rozsahu stanovenom prechodným opatrením § 7 Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z.. Dokumenty spoločnosti Siemens AG pre vypracovanie tejto bezpečnostnej správy uvádzajú ako zdroj Vyhlášku ÚJD SR č. 50/2006 Z.z.

Opatrenia Vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 Z.z. boli použité v rozsahu stanovenom prechodným opatrením § 10 Vyhlášky ÚJD SR č. 431/2011 Z.z.. Dokumenty spoločnosti Siemens AG pre vypracovanie tejto bezpečnostnej správy uvádzajú ako zdroj Vyhlášku ÚJD SR č. 56/2006 Z.z.

Správa popisuje a hodnotí funkčnosť a bezpečnosť regulátorov primárneho okruhu blokov JE MO34.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

ASDR	automatizačný systém dispečerského riadenia
AP	automatizačný procesor
AS	automatizačný systém
CCF	porucha zo spoločnej príčiny
CP	komunikačný procesor
CPU	centrálne spracovateľská jednotka
DBC	podmienky projektových havárií
DPS	dielčí prevádzkový súbor
DS	diagnostický systém
ES	inžiniersky systém
EMC	elektromagnetická kompatibilita
EXCORE	systém merania vonkajšieho neutrónového toku
FUM	funkčný modul
HCC	hlavné cirkulačné čerpadlo
HPK	hlavný parný kolektor
HRK	havarijná a regulačná kazeta
HVAC	vzduchotechnický systém
HSCHZ	havarijný systém chladenia zóny
I&C	Meranie a regulácia
MBR	mála bórová regulácia
MCC	motorová radiaca jednotka
MCR	bloková dozorňa
MO RRCS	medzi okruh systému riadenia regulačných kaziet reaktora
MSH	hlavný parný kolektor
OM	prevádzkový a monitorovací systém
OT	prevádzkový terminál

PAC	riadenie priorít ovládania pohonov
PACS	system prioritného riadenia pohonov
PAS	system automatizácie procesov
PCS	radiaci počítačový system elektrárne
PICS	počítačový informačný a radiaci system
PG	parogenerátor
PRZ	kmpenzátor objemu
PU	procesorová jednotka
RCC- E	projektové a koncepčné pravidlá pre elektrické zariadenia jadrového ostrova
RCS	system regulácie (výkonu) reaktora
RLS	limitačný system reaktora
RPS	system ochrany reaktora
RRCS	system riadenia regulačných kaziet reaktora
RTS	system automatického (rýchleho) odstavenia reaktora
SAS	bezpečnostný automatizačný system
SICS	bezpečnostný informačný a radiaci system
SVO	system čistenia vody reaktora (ŠOV)
SQP	plán kvalifikácie systému
TCS	system riadenia turbíny
TPCS	system ochrany a riadenia turbíny
TVD	technická voda dôležitá
T- XS	Teleperm XS
VBR	veľká bórová regulácia

6.5.6.1 REGULÁTORY PRIMÁRNEHO OKRUHU

6.5.6.1.1 POPIS SYSTÉMU

6.5.6.1.1.1 Účel systému

Účelom regulátorov primárneho okruhu je zaistiť udržanie regulovaných technologických parametrov príslušných technologických systémov na požadovaných hodnotách alebo v požadovanom intervale na základe vypočítanej odchýlky parametra.

Všeobecný pojem "regulátor", ktorý je popísaný v tejto kapitole POSAR predstavuje kompletný reťazec: merací element - centrálny element - konečný element.

Každý regulátor primárneho obvodu je zložený z troch základných úrovní (častí).

- Merací element je jeden alebo viac meracích obvodov príslušného technologického parametra, vrátane snímača, kábla odmocninového prevodníka, atď.
- Centrálny element je tvorený z procesorových jednotiek automatizačných regulačných systémov (SAS, PAS) konfigurovaných v redundantnej architektúre, ktoré pomocou softvérovým spôsobom implementujú vstupné operácie výberu medzi meracími obvodmi, technologickými vstupnými signálmi, implementujú samotné regulačné a logické obvody a vydávajú výstupné príkazy na riadenie polôh akčných členov. Procesorové jednotky zaisťujú napájanie meracích obvodov.
- Konečným elementom je samotný akčný člen - regulačný ventil, ktorý mení hodnotu regulovaného technologického parametra smerom k požadovanej hodnote. Pojem „regulačný ventil“ je chápaný ako celok, ktorý obsahuje strojnú časť a časť servopohonov s napájaním a reguláciou.

Podrobnejší popis štruktúry a funkčnosti centrálnych elementov SAS a PAS je znázornený v kapitole 06.05.05.07 POSAR - Riadiaci počítačový systém elektrárne - PCS (PAS, SAS1, SAS2) [I.35].

6.5.6.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti

Najdôležitejšími regulátormi primárneho okruhu sú regulátory tlaku a hladiny v kompenzátore objemu (PRZ).

6.5.6.1.1.2.1 Bezpečnostné funkcie

Regulátory primárneho okruhu vykonávajú ich funkcie pre technologické systémy, ktoré sú v súlade s §7 Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 (Vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006) [II.12] o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť na jadrových zariadeniach, [II.2] klasifikovaných ako systémy so vzťahom k bezpečnosti a normálne prevádzkové systémy.

Z rozsiahleho súboru technologických systémov primárneho okruhu, ktoré sú zaradené pre normálnu prevádzku bloku boli vybrané v tejto kapitole za účelom hodnotenia regulátory primárneho okruhu so základným vplyvom na priebeh abnormálnych udalostí.

V závislosti na ich dôležitosti na technologický systém sú regulátory primárneho okruhu realizované v rámci systémov SAS a PAS. Výstupné príkazy z regulátorov na akčné členy sú klasifikované rovnakým spôsobom ako regulačné obvody, ktoré ich vykonávajú.

V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad regulačných obvodov plniacich základné bezpečnostné funkcie (definovanej v súlade s IAEA Safety Standards Series No. NS-R-1 – Bezpečnosť jadrových elektrární: Návrh – Požiadavky, [II.8]), ktorú vykonáva (alebo prispievajú k jej výkonu) a ich priradením do bezpečnostných tried definovaných v súlade s dokumentom [II.2].

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.12] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť [II.15] schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.16] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS sú vybrané regulátory I.O. zaradené do BT a plnia bezpečnostnú funkciu.

Tab. 6.5.6.1 - 1 Prehľad regulátorov plniacich bezpečnostné funkcie

Regulačný obvod
Regulátor hladiny PRZ pri spustení a odstavení bloku
Regulátor hladiny v “malá bórová regulácia”
Regulátor hladiny v “veľká bórová regulácia”
“Vstup” regulátora hladiny v PRZ
Regulátor hladiny v I.O.

6.5.6.1.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia

Prehľad hlavných regulátorov primárneho okruhu je v súlade s vyššie uvedenou špecifikáciou (pozrite si kapitolu 6.5.6.1.1.2) z hľadiska klasifikácie, je popísaný v tabuľke 6.5.6.1-2 uvedenej nižšie:

Klasifikácia zariadení regulátorov primárneho okruhu je daná v súlade s Vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Zb., STN IEC 61226 a seizmická klasifikácia v súlade s návodom IAEA NS-G-1.6.

Tab. 6.5.6.1 - 2 Hlavné regulátory bezpečnostne klasifikované

Tlak v primárnom okruhu
Hladina v kompenzátore objemu

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedeného vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 „Prechodné ustanovenie, t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried“ predmetnej vyhlášky [II.2].

6.5.6.1.1.2.3 Popis systému

V ďalšom popise funkcií regulátorov primárneho okruhu je pozornosť zameraná na regulator tlaku v primárnom okruhu a regulátor hladiny v kompenzátore objemu.

6.5.6.1.1.2.3.1 Regulátor tlaku v primárnom okruhu

Regulátory sú implementované v systéme SAS1. Systém SAS2 je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky, ktorá sa zhoduje s normálnou prevádzkou (DBC1), ale pokiaľ sú hraničné podmienky in DBC2,3,4,DEC identické s tými predpokladanými pre normálnu prevádzku, SAS2 môže ešte pracovať. Pri týchto regulátoroch sú ručné zásahy predpokladané pomocou SICS.

Tlak v primárnom okruhu je udržiavaný pomocou skupín elektrických ohrievačov (EOKO) a armatúr vstrekov.

6.5.6.1.1.2.3.2 Regulácia tlaku v kompenzátore objemu - vstreky

Pri normálnej prevádzke sú všetky armatúry normálne zatvorené. Ak je regulácia v automatickom režime, jednotlivé armatúry sa otvoria, keď sú vydané povely z regulátora tlaku, t.j. je dosiahnuté zastavenie nárastu tlaku.

Prerušenia tlakov sú uvedené nižšie v tabuľke. Z tabuľky je jasné, že otvorenie armatúr je závislé od úrovne nárastu tlaku. V prípade poklesu tlaku sú jednotlivé armatúry zatvorené opačným spôsobom.

V prípade nárastu tlaku v primárnom okruhu je použitá studená voda zo studenej časti slučky, ktorá je prepravená cez armatúry vstrekov do parnej časti kompenzátora objemu. Tieto armatúry sú otvárané postupne po dosiahnutí prahových úrovní hodnôt tlaku v primárnom okruhu. V prípade poklesu tlaku sú jednotlivé armatúry postupne zatvárané opačným spôsobom.

Všetky vstreky sú ovládané z blokovej dozorne.

6.5.6.1.1.2.3.3 Regulácia tlaku v kompenzátore objemu - ohrievače

Pri normálnej prevádzke skupina ohrievačov pracuje nepretržite, aby zachovala plnenie kompenzátora objemu vodou na požadovanej hodnote saturácie. Výnimka je urobená pri prvej skupine ohrievačov, ktorá je zapnutá príležitostne (ak je potrebné pre niektoré meranie nad aktívnou zónou). Ak táto skupina stratí svoje napájanie, môže druhá skupina prevziať jej úlohu. Pri normálnych prevádzkových podmienkach sú ohrievače postupne zapnuté v závislosti na dosiahnutí niektorých prahových úrovní.

Pri náraste skupiny sa elektrický výkon zvyšuje.

Preto v prípade poklesu tlaku pod hodnoty prahových úrovní, sú jednotlivé skupiny EOKO postupne zopnuté od prvej až po poslednú skupinu EOKO.

V prípade poklesu tlaku sú jednotlivé skupiny EOKO postupne vypínané v opačnom smere podľa hodnôt prahových úrovní.

Časť skupín elektrických ohrievakov môže byť ovládaná takisto individuálne.

Všetky ohrievače sú ovládané z blokovej dozorne a časť elektrických ohrievačov je ovládaná z núdzovej dozorne.

6.5.6.1.1.2.3.4 Regulátor hladiny kompenzátora objemu

Regulátor hladiny v kompenzátore objemu je použitý počas nábehu a odstavenia bloku, prevádzky na výkone, malej bórovej regulácie a veľkej bórovej regulácie. V tabuľke nižšie sú zosumarizované regulátory hladiny v kompenzátore objemu a detailne sú vysvetlené v nasledujúcich paragrafoch.

Tab. 6.5.6.1 - 3 Regulátory hladiny v kompenzátore objemu

Názov regulácie
Regulátor hladiny v kompenzátore objemu pri spustení alebo odstavení bloku
“Malá bórová regulácia” regulátora hladiny v kompenzátore objemu
“Veľká bórová regulácia” regulátora hladiny v kompenzátore objemu
“Vstup” regulátora hladiny v kompenzátore objemu

Hladina vody v kompenzátore objemu má samozrejme odozvu na zásobu chladiva v primárnom okruhu. Preto regulácia hladiny v kompenzátore objemu takisto ovplyvňuje zásobu chladiva v primárnom okruhu.

V skutočnosti je jasné, že v závislosti na úrovni výkonu dosiahnutého reaktorom sa môže meniť teplota chladiva, a preto objem chladiva v primárnom okruhu. Regulovanie hladiny v kompenzátore objemu umožňuje nepriamo regulovať takisto zásobu v primárnom okruhu.

Regulácia hladiny v kompenzátore objemu je vykonávaná cez armatúry v napájacích a vypúšťacích potrubiach do kompenzátora objemu. Tieto potrubia sú pripojené na nádrže KBA, patriace k CVCS (napájanie) a k nádržiam KBJ pre vypúšťanie primárneho okruhu (a kompenzátora objemu).

Programová hladina slúži na minimalizovanie výmeny chladiva v I:O: v závislosti od výkonu. Objem chladiva v I.O. sa počas práce bloku mení s výkonom t.j. teplotou chladiva, preto bola zo signálu strednej teploty chladiva v I.O. odvodená hodnota programovej hladiny L_{PRG} , tak, aby bol pre stanovený rozsah teplôt chladiva rozdiel L_{PRG} a skutočnej L_{KO} pri konštantnej hmotnosti chladiva nulový.

Teplota chladiva na slučkách je meraná na studenej a horúcej vetvi slučky primárneho potrubia. Priemerná hodnota z platných meraní je konvertovaná na hodnotu programovej hladiny; táto je odpočítaná od validovanej aktuálnej hodnoty hladiny v kompenzátore objemu a výsledná hodnota ΔL_{str} je prenenená do regulátora.

6.5.6.1.1.2.3.5 Regulátor hladiny v kompenzátore objemu - spustenie a odstavenie bloku

Regulátor je použitý počas procesov spustenia a odstavenia bloku. Regulátor môže byť použitý buď v ručnom alebo automatickom režime. V ručnom režime tento regulátor umožňuje zachovať rýchlosť prietoku primárneho okruhu na konštantnej hodnote nastavenej operátorom. V automatickom režime regulátor porovnáva odchýlku hladiny v kompenzátore objemu s nastavenou hodnotou. Táto odchýlka je potom zaslaná do regulátora tlaku, aby reguloval armatúry.

Blokovanie

Nie je tu žiadne blokovanie regulačného obvodu.

6.5.6.1.1.2.3.6 Regulácia hladiny kompenzátora objemu - Malá bórová regulácia

Regulátor reguluje hladinu v kompenzátore objemu porovnaním odchýlky hladiny v kompenzátore objemu s pevne nastavenou hodnotou. Regulačná odchýlka vstupuje do P-regulátora a regulátor ovláda regulačnú armatúru.

Blokovanie

Pri poklese hladiny v kompenzátore objemu od nominálnej hodnoty regulačná armatúra 3KBJ10AA002 sa zavrie a prepne sa do ručného režimu ("MAN").

Pri náraste hladiny v kompenzátore objemu od nominálnej hodnoty regulačná armatúra 3KBJ10AA002 sa otvára a prepne sa do ručného režimu ("MAN").

6.5.6.1.1.2.3.7 Regulácia hladiny kompenzátora objemu - Veľká bórová regulácia

Regulátor reguluje hladinu v kompenzátore objemu odpúšťaním chladiwa cez regulačný ventil.

Regulátor je použitý v prevádzkovom režime „Veľká bórová regulácia“ a regulátor udržiava:

- hladinu v kompenzátore objemu korigovanú podľa teploty v kompenzátore objemu pri nábehu a odstavovaní bloku
- programovú hladinu pri prevádzke na výkone,
- rýchlosť prietoku odpúšťania chladiwa z primárneho okruhu - v ručnom prevádzkovom režime

Nasledujúce signály sú porovnané v automatickom prevádzkovom režime:

- odchýlky hladiny ΔL_{celk} s pevne nastavenou zadanou hodnotou,
- odchýlky hladiny ΔL_{str} s pevne nastavenou zadanou hodnotou.

Výsledná regulačná odchýlka vstupuje cez prepínač do P-regulátora, ktorý ovláda regulačný ventil.

Blokovanie

Pri poklese hladiny v kompenzátore objemu regulačný ventil zatvára.

Keď rýchlosť prietoku cez regulačný ventil, jeho otvorenie je zablokované.

Keď rýchlosť prietoku cez regulačný narastie, tento sa zatvorí.

6.5.6.1.1.2.3.8 Regulácia hladiny v kompenzátore objemu - vstup

Regulátor reguluje hladinu v kompenzátore objemu dopĺňovaním chladiva do primárneho okruhu cez regulačný ventil.

Regulátor je použitý pri prevádzke bloku v režime:

- nábehu a odstavenia bloku,
- prevádzky bloku na výkone v prevádzkovom režime:
 - malej bórovej regulácie
 - veľkej bórovej regulácie

V automatickom režime sa signál odchýlky hladiny v kompenzátore objemu ΔL_{str} porovnáva s pevne nastavenou zadanou hodnotou. Regulačná odchýlka vstupuje do P- regulátora, ktorý ovláda regulačné armatúry.

Blokovanie

Pri poklese hladiny v kompenzátore objemu sa regulačná armatúra a regulačný obvod prepnú do automatického režimu ("AUT").

6.5.6.1.1.2.4 Funkcie systému

Regulátory primárneho okruhu sú určené nato, aby udržiavali dôležité hodnoty technologických systémov. Dôležité regulátory sú kategorizované podľa bezpečnostnej klasifikácie systémov. Regulátory primárnych okruhov sú kategorizované a niektoré z nich nie sú klasifikované.

Neklasifikované regulátory sú riadené systémom PAS.

Klasifikované regulátory sú implementované v systéme SAS2. Systém SAS2 je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky, ktorá sa zhoduje s normálnou prevádzkou (DBC1), ale pokiaľ sú hraničné podmienky pri DBC2,3,4,DEC identické s tými predpokladanými pre normálnu prevádzku, SAS2 môže ešte pracovať. Akčné členy pre tento regulátor sú zálohované na paneloch v blokovej a núdzovej dozorni.

6.5.6.1.1.2.5 Elektrické napájanie

Centrálne komponenty regulačných obvodov sú napájané z príslušného automatického regulačného systému, v ktorom sú tieto implementované (SAS2, PAS). Toto platí takisto pre ich príslušné meracie obvody technologických parametrov.

Akčné členy regulačných obvodov pre bezpečnostné systémy sú napájané zo spoľahlivých systémov napájania.

Akčné členy regulačných obvodov pre systémy so vzťahom k bezpečnosti a systémy nevýznamné z hľadiska bezpečnosti (avšak, so vzťahom k celkovej bezpečnosti osôb a drahých zariadení) sú napájané zo zaistených napájacích systémov. Zdrojom elektrického napájania pre vyššie znázornené časti regulačných obvodov je sieť zaisteného napájania.

6.5.6.1.1.3 Činnosť obsluhy

6.5.6.1.1.3.1 Normálna prevádzka

- a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas normálnej prevádzky bloku (v závislosti na aktuálnom režime prevádzky bloku) sú regulačné obvody v automatickej činnosti a operátori verifikujú správnu činnosť regulačných obvodov kontrolou regulovaných parametrov.

- b) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Počas normálnej prevádzky bloku (v závislosti na aktuálnom režime prevádzky bloku) sú regulačné obvody v automatickej prevádzke alebo v pohotovostnom režime s predvoľbou automatickej regulácie. Operátor verifikuje správnu prevádzku regulačných obvodov kontrolovaním hodnôt regulaovaných parametrov alebo ich pripravenosťou na zásah.

6.5.6.1.1.3.2 Havarijná prevádzka bloku

- c) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas havarijných podmienok na bloku nie sú regulačné obvody ako obvykle v prevádzke, ich funkcia je zaistená regulátormi navrhnutými na prevádzku pri havarijných podmienkach bloku. Operátori verifikujú ich správnu prevádzku kontrolovaním hodnôt regulovaných parametrov alebo, ak vznikne potreba, udržiavajú regulované technologické parametre v rámci rozsahu regulátora prostredníctvom regulátorov v ručnej regulácii na diaľku.

- d) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Počas havarijných podmienok na bloku niektoré regulačné obvody tejto skupiny môžu byť v prevádzke. Operátori monitorujú správnu prevádzku regulačných obvodov kontrolovaním hodnôt regulovaných parametrov. V prípade ich poruchy, tieto monitorujú spustenie (štart) ich prevádzky ručným zásahom záložného zariadenia, prípadne monitorujú automatický zásah a správnu prevádzku nadradeného vybraného jadrového zariadenia.

6.5.6.1.1.3.3 Poruchy systému

Porucha v prevádzke regulačných obvodov môže nastať v prípade poruchy prevádzky príslušného riadiaceho systému PAS, SAS (napr. poruchy procesorových jednotiek, strata napájania), v prípade straty signálov zo vstupných meracích obvodov alebo kvôli poruche koncového ovládania akčných členov.

e) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Pri výskyte poruchy v centrálnej časti regulátorov pre bezpečnostné systémy (porucha akékoľvek z procesorových jednotiek SAS2 alebo jej napájania), funkcia je beznárazovo vykonávaná inou redundantnou procesorovou jednotkou.

Poruchy v jednotlivých regulačných obvodoch hladiny kompenzátora objemu nie sú kritické, keďže sú tam dve napájacie potrubia s ich vlastnými regulátormi a regulačnými armatúrami a dve odpúšťacie potrubia s ich vlastnými regulátormi a regulačnými armatúrami. Prevádzka závisí na prevádzkovom režime.

f) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Pri poruchách centrálnej časti (PAS) tejto regulačnej skupiny, sú dodržané rovnaké zásady ako v paragrafe vyššie. Poruchy v jednotlivých regulačných obvodoch nie sú kritické, keďže tieto regulátory nie sú bezpečnostné a v prípade poruchy je možné ovládať regulačnú armatúru ručne operátorom.

6.5.6.1.1.3.4 Popis prevádzkových režimov

6.5.6.1.1.3.4.1 Regulátory primárneho okruhu v režimoch normálnej prevádzky bloku

a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas normálnej prevádzky bloku sú regulačné obvody hladiny v kompenzátore objemu v automatickej prevádzke. Tieto prijímajú aktuálne informácie o stave technologického procesu od meracích obvodov a vykonávajú ich funkcie pôsobením na príslušné akčné členy.

Regulátor tlaku v primárnom okruhu pracuje takisto v automatickej prevádzke a reguluje ohrievače a armatúry vstrekov.

b) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Počas normálnej prevádzky bloku sú regulačné obvody v automatickej prevádzke alebo sú v pohotovostnom stave (predvolená automatická prevádzka).

6.5.6.1.1.3.4.2 Regulátory primárneho okruhu v režimoch abnormálnej prevádzky bloku

a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti.

Počas normálnej prevádzky bloku sú regulačné obvody v automatickej prevádzke. Tieto prijímajú aktuálne informácie o stave technologického procesu z meracích obvodov a vykonávajú ich funkcie pôsobením na príslušné akčné členy.

b) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Počas normálnej prevádzky bloku sú regulačné obvody v automatickej prevádzke.

Automatické radiacie systémy SAS a PAS sú implementované ako redundantné v oboch častiach spracovania a komunikácie a majú takisto redundantné ich podporné systémy (napájanie, vzduchotechniku). Týmto je zaistená odolnosť voči jednoduchšej poruche.

Odolnosť voči poruche zo spoločnou príčinou je zaistená dostupnosťou systému SKR s vyššou klasifikáciou (bezpečnostné panely SICS), prostredníctvom ktorého je možné uviesť jadrový blok do bezpečného stavu a udržiavať ho v ňom v prípade celkového odstavenia radiacích systémov SAS a PAS.

6.5.6.1.1.3.4.3 Regulátory primárneho obvodu pri havarijných režimoch bloku

- a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas havarijných podmienok na bloku nie sú regulačné obvody obvykle v prevádzke a ich funkcie zabezpečujú regulátory navrhnuté na prevádzku pri havarijných a podmienkach bloku.

Na zaistenie správnej koncentrácie kyseliny bórnej na dochladenie po seizmickej udalosti je na MO34 navrhnutý seizmicky odolný horúci vstrek do kompenzátora objemu, ktorý je nezávislý od regulátora primárneho okruhu. Je tam diverzitný vstrek na chladenie paliva v prípade havárie.

- b) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Tieto regulačné obvody nie sú navrhnuté na prevádzku počas havarijných podmienok na bloku.

6.5.6.1.1.3.5 Štruktúra a vlastnosti systému

Štruktúra regulačného obvodu je v princípe spoločná pre všetky typy regulátorov použitých v primárnom okruhu.

Centrálny komponent regulátora je implementovaný pomocou SW v procesorových jednotkách automatických radiacích systémov SAS a PAS.

Merací komponent predstavuje merací obvod so snímačom technologického parametra, prevodníka, rozdeľovača signálu a káblových trás. Snímač je umiestnený priamo na technologickom zariadení, rozvádzače a prevodníky sú, ako obvykle, v miestnostiach SKR.

Koncový komponent regulačného obvodu je reprezentovaný akčnými členmi - regulačnými a redukčnými armatúrami - umiestnených vo vnútri technológie. Tieto akčné členy sú v závislosti na ich vykonávanej funkcii, ovládané buď príkazom z radiaceho systému alebo cez prioritnú logiku regulačných povelov z radiacích systémov rôznej dôležitosti, ochrán a blokad a ručného ovládania.

6.5.6.1.1.3.5.1 Dispozičné riešenie systému

- a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti sú umiestnené v HVB a v priestoroch vonkajších objektov.

a) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Centrálne komponenty základných regulátorov hladiny SG sú na blokoch 3 a 4 sú umiestnené v HVB a v priestoroch vonkajších objektov.

Technické hodnotenie systému

6.5.6.1.1.4 Požiadavky na vybrané zariadenia

Pri všetkých zariadeniach regulačných obvodov primárneho okruhu je preukázané, že sú kategorizované do bezpečnostných tried (BT) tak, že ich výroba, dodávka a montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušnom pláne kvality, ktorý sa týka konkrétneho komponentu (snímač, prevodníky, kabeláž meracieho obvodu, vrátane konektorov, riadiacich skríň, akčných členov regulátora, vrátane využitia riadiacej kabeláže pri návrhu. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre návrh jadrových zariadení sa týkajú materiálov, výrobného postupu a kontrol počas etapy výroby a prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality pre príslušné časti regulačných obvodov primárneho okruhu, ktoré sú vyhradené zariadenia je zdokumentované v sprievodnej technickej dokumentácii pre príslušné zariadenie. Regulátory vykonávajúce ich funkcie prepojovacích potrubí dielčieho prevádzkového systému (DPS 3.01.05) so zariadením klasifikovaným v súlade s [II.12] ako vybrané zariadenie, spĺňajú požiadavky pre vybrané zariadenia vo všetkých ich častiach.

- Potrubia,
- Regulačné armatúry, [I.37].
- SKR primárnej časti, [I.36]

Hodnotenie dosiahnutia požiadaviek pre vyhradené zariadenia v časti centrálnych prvkov regulátorov primárneho okruhu (tieto nie sú súčasťou riadiaceho počítačového systému elektrárne (PCS) je uvedené v podkapitole 6.5.5.7.2.1.

Pre iné regulátory primárneho okruhu, ktoré nie sú kategorizované ako vyhradené zariadenia v zmysle [II.1] a funkcií SKR implementovaných pri nich, sú v platnosti všeobecné štandardy pre návrh, dodávku a montáž regulačných obvodov v prostredí jadrových elektrární 6.5.6.1.1[I.1].

6.5.6.1.1.5 Seizmická odolnosť

a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Systém SAS2 je kategorizovaný do seizmickej kategórie, hodnotenie splnenia požiadaviek seizmickej odolnosti systému SAS2 je uvedené v [I.35].

Regulačné armatúry systémov KBJ a KBA sú zaradené do seizmickej kategórie [I.37].

Meracie obvody hladiny kompenzátora objemu sú zaradené do seizmickej kategórie [I.36].

Toto vyplýva z vyššie uvedenej dokumentácie, že všetky časti regulačných obvodov sú implementované tak, že tieto musia spĺňať požiadavky vyplývajúce zo seizmickej kategorizácie.

b) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Systém SAS je zaradený do seizmických kategórií, hodnotenie splnenia požiadaviek seizmickej odolnosti systému PAS je uvedené v [I.35].

Toto vyplýva z vyššie uvedenej dokumentácie pre jednotlivé časti, že všetky časti regulačných obvodov sú implementované tak, že tieto spĺňajú požiadavky vyplývajúce z ich seizmickej kategorizácie.

6.5.6.1.1.6 Princípy bezpečného projektovania

6.5.6.1.1.6.1 Kritérium jednoduchej poruchy

a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Kritérium jednoduchej poruchy v súlade s [II.9] nie je aplikované na systémy kategórie C C (SAS2). Zariadenia systému SAS2 zahŕňajú časti, ktoré sú redundantné a oddelené a spĺňajú kritérium jednoduchej poruchy. Hodnotenie splnenia kritéria jednoduchej poruchy je pre systém SAS2 uvedené v [I.35].

V časti akčných členov základného regulátora hladiny v kompenzátore objemu je systém realizovaný dvomi oddelenými potrubiami s ich vlastnými regulátormi a regulačnými armatúrami a sú tam odpúšťacie potrubia s ich vlastnými regulátormi a regulačnými armatúrami.

b) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Pri systémoch, ktoré nie sú kategorizované do BT, splnenie kritéria pre jednoduchú poruchu nie je požadované.

6.5.6.1.1.6.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Vo vykonávacom projekte a pri realizácii prevádzkových riadiacich systémov SAS je hodnotenie poruchy so spoločnou príčinou (CCF) dosiahnuté nasledujúcimi metódami:

- nezávislosťou jednotlivých redundantných častí systémov SAS:
 - inštaláciou zariadení do rôznych oddelení (miestností) a s rôznym napájaním.
 - oddelenými komunikačnými trasami.
- oddeleným redundantným komponentov:
 - jednotlivými poistkami pre AP a FUM.

- oddelenými komunikačnými procesormi a komunikačnými prepojami v linkách PICS-AP a AP-FUM.
- usporiadaním meracích elementov a koncových elementov jednotlivých regulátorov v rôznych miestnostiach CS.

Akčné členy jednotlivých technologických systémov sú chránené voči poruche so spoločnou príčinou implementáciou napájania pohonov z rôznych elektrických systémov (pozrite si kapitolu 6.5.6.2.1.4.8).

Signály z redundantných meracích obvodov rovnakého technologického parametra pre určitú funkciu (regulátor), ako aj výstupné signály na akčné členy sú spracované v rôznych V/V doskách funkčného modulu pre rozhranie poľa, z ktorého sú takisto tieto napájané. V prípade poruchy jednej dosky, prevezmú ostatné dosky zber signálu alebo výstup signálu bez prerušenia prevádzky regulačného obvodu. Redundantné FUM moduly sú zasunuté do rôznych roštov s jednotlivo zaisteným napájaním [I.30].

b) Regulátory pre systémy pre normálnu prevádzku

Systém PAS spĺňa požiadavky kritéria CCF pomocou navrhovaného riešenia (nezávislosťou jednotlivých redundantných častí PAS, oddelenia redundantných komponentov, napájania pohonov, spracovania signálov z meracích obvodov a signálov na akčné členy, redundanciou FUM modulov, zálohovaním prevádzky V/V dosiek).

Pri implementácii riadiacich systémov PAS a SAS2 je aplikovaná zásada, že tieto sú funkčne nezávislé jeden od druhého a od iných systémov SKR (PICS, SICS). Tieto poskytujú interne implementované riešenie autoriadenia a autotestovania.

6.5.6.1.1.6.3 Diverzita

Diverzita nie požadovaná.

V časti riadenia prevádzky akčných členov, ktoré sú normálne (systémy SAS a PAS prevádzkyschopné) riadené príslušnými regulátormi, je diverzita zabezpečená voľbou diaľkového ručného ovládania z bezpečnostných panelov SICS, výstupy z ktorých sú nadržované na funkčné moduly FUM prevádzkových riadiacich systémov SAS a PAS.

6.5.6.1.1.6.4 Oddelenie

a) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Zariadenia jednotlivých redundancií riadiaceho systému SAS2 sú fyzicky oddelené v rôznych miestnostiach SKR. Obidve redundancie systému SAS2, vrátane komunikačných liniek vykonávajú rovnaké navrhované funkcie v režime „horúcej rezervy“.

Regulačné armatúry systémov dopĺňovania a odpúšťania sú nainštalované oddelene v napájacom a odpúšťacom potrubí (malá a veľká bórová regulácia).

b) Regulátory pre normálne prevádzkové systémy

Riadiaci systém PAS je navrhnutý tak, aby spĺňal požiadavky fyzickej separácie redundantných častí, vrátane, dátových komunikačných liniek, oddelenia napájania redundancie, oddelenia vstupných signálov meracích obvodov.

6.5.6.1.1.7 Kritérium bezpečnej poruchy

Všetky časti zariadení regulačných obvodov pre bezpečnostné systémy a systémy so vzťahom k bezpečnosti sú navrhnuté a realizované tak, že ich riadiace časti (SAS2) a periférne komponenty (akčné členy, MC) majú schopnosť prejsť pri poruche do bezpečného stavu bez potreby iniciovania akejkoľvek činnosti.

Hodnotenie splnenia kritéria bezpečnej poruchy je pre systém SAS uvedené v dokumente [I.35].

Pri meraniach technologických parametrov, ktoré sú použité pri výpočtoch toto zaručuje, že tam je implementovaný v riadiacom systéme algoritmus na verifikáciu platnosti vstupných signálov s generovaním alarmov „chyby“ pre neplatné signály a algoritmus výpočtu požadovanej hodnoty s generovaním alarmov „chyby“ pri poruche algoritmu výpočtu. V tomto prípade keď prednastavená hodnota je zaslaná do výstupu algoritmu, ktorý zaistí, že nastane nepžiadané správanie sa regulačného obvodu alebo je zaistené, že nastane zapnutie regulačného obvodu z režimu „AUT“ do režimu „MAN“.

Regulátor tlaku v primárnom okruhu, ako aj regulátor hladiny v kompenzátore objemu je možné nastaviť do ručného režimu a regulovať ručne.

6.5.6.1.1.8 Analýza spoľahlivosti

Kvalitatívna analýza spoľahlivosti pre systém PCS (PAS a SAS) je urobená v [I.35].

Spoľahlivosť systému bola hodnotená kvalitatívne ako vhodná [I.18]. Využitie systému nie je spojené s neakceptovateľným nebezpečenstvom. Tieto argumenty sa spoliehajú na nasledujúci dôkaz:

1. Certifikovaný systém kvality dodávateľa systému po celú dobu životného cyklu celej výroby.
2. Použitý prístup tolerancie chyby dodávateľa systému pri projektovaní systému:

Intenzity porúch jednotlivých komponentov SKR boli vypočítané na základe metódy počítania prvkov (parts count method), ktorá sa zakladá na pozorovaných intenzitách porúch bežných elektrických komponentov, Pre získanie očakávanej intenzity porúch modulov boli sčítané publikované intenzity porúch každého komponentu na module. Okrem toho boli pridané intenzity porúch dosiek s plošnými spojmi a každého spojenia (či už zasúvacieho alebo spájkovaného spoju). Prístup počítania prvkov je prediktívny (očakávaná intenzita porúch) a veľmi konzervatívny. Výpočet intenzity porúch bol vykonaný a potvrdený nezávislými odborníkmi ako súčasť typového skúšania pre všetky komponenty platformy SPPA-T2000.

Požadovaná vysoká spoľahlivosť komponentov SPPA-T2000 systému AS 620B (napr. moduly FUM) je dosiahnutá a overená viacerými kontrolami kvality. Typový test verifikuje funkčnú výkonnosť modulu za normálnych a hraničných podmienok podľa údajových listov a pred uvoľnením na dodávku. Testy vo výrobe

sú vykonávané pre každý štandardný modul počas výroby a po výrobe. Nedostatky objavené počas testovania modulov vo výrobe a nedostatky modulov vrátených na opravu sú zaznamenané a vyhodnotené výrobcom, aby sa stanovili intenzity porúch a implementovali nápravné činnosti v prípade viacnásobných nedostatkov.

Spoľahlivosť SAS a PAS je zvýšená použitím redundantných komponentov, i keď tieto komponenty nie sú požadované. Redundantné komponenty sú implementované z dôvodov disponibility. Vlastnosti redundancie umožňujú vykonávať údržbu počas výkonovej prevádzky a vymieňať komponenty počas prevádzky bez dopadu na prevádzku bloku

6.5.6.1.1.8.1 Kvalifikácia systému

Zariadenia regulátorov primárneho okruhu musia byť kvalifikované na podmienky prostredia, v ktorom sú umiestnené. Funkčnosť zariadenia pri podmienkach líšiacich sa od normálnych podmienok je stanovená funkciou, ktorú zariadenie musí vykonávať pri abnormálnych podmienkach. Systémy, konštrukcie a komponenty (SSC) musia byť kvalifikované, aby potvrdili že sú schopné prekročiť požiadavky na ich životnosť a požiadavky implementácie bezpečnostných funkcií, aj keď sú tieto vystavené podmienkam prostredia.

Požiadavky na kvalifikáciu pozostávajú z definovania kvalifikačných požiadaviek, demonštrovania a dokumentovania splnenia kvalifikačných požiadaviek. Dokumentovanie funkčných charakteristík a odolnosti na prostredie bude demonštrované výsledkami typových skúšok. Softvér bude kvalifikovaný v súlade so štandardmi priradenými k číslícovému SKR bezpečnostných systémov a systémov so vzťahom k bezpečnosti jadrových elektrární.

Kvalifikácia zariadení regulátorov primárneho okruhu je vypracovaná v zmysle požiadaviek uvedených v dokumentoch: [I.40], [I.41] a [I.42].

Hodnotenie kvalifikácie centrálnych elementov regulátorov primárneho okruhu dôležitých z pohľadu bezpečnosti (SAS2) alebo pre iné regulátory primárneho okruhu nedôležité z bezpečnostného hľadiska (PAS) je zahrnuté v hodnotení kvalifikácie príslušnej platformy celkového riadiaceho systému PCS, časťou ktorého sú tieto regulátory a je znázornené v [I.30].

Pre iné časti regulátorov primárneho okruhu (kompletné meracie obvody a akčné členy), ktoré sú dôležité z bezpečnostného hľadiska, ako aj pre regulátory primárneho okruhu nedôležité z hľadiska bezpečnosti, sú definované kvalifikačné požiadavky na prostredie počas normálnej prevádzky, ako aj počas havarijných situácií.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je zdokumentované v príslušných protokoloch kvalifikácie pre vyhradené zariadenia, ktoré sú súčasťou sprievodnej technickej dokumentácie dodávateľa a sú dostupné v súhrnnej databáze u žiadateľa o povolenie. Prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie príslušného zariadenia je uvedený v [I.43].

Kvalifikačné certifikáty a vysvetlenie o kvalifikačných činnostiach pre platformu SPPA-T200 sú uvedené v dokumente [I.18] a v jeho prílohách.

Proces kvalifikácie systému je uvedený v dokumentoch [I.19], [I.20], [I.21] a [I.16].

6.5.6.1.2 BEZPEČNOSTNÉ HODNOTENIE

Z dôvodov uvedených v kap. 6.5.6.1.1.2.1 vyššie na systém RCS sú uplatňované všeobecné požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.12] v prílohe č.3 v časti B/I (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.12] je uvedené na konci tejto kapitoly):

L. Bezpečnostné systémy a riadiace systémy

a) Požiadavky na vybrané zariadenia

Hlavné elementy regulátorov, ich príslušných meracích obvodov a regulačných armatúr zahrnuté do skupiny vybraných zariadení spĺňajú požiadavky kladené na kvalifikované zariadenia v súlade s plánom zaistenia kvality pre vybrané zariadenie.

Pri skriniach tohto systému boli vypracované CEQP a podľa tých bol realizovaný proces návrhu, výroby, testovania a dodávky zariadení na stavbe.

Pri vývoji hardvéru a softvéru SPPA-T2000 bol stanovený proces návrhu a vývoja, čo je periodicky preukázané autorizovaným orgánom.

b) Klasifikácia regulačných obvodov

Regulačné obvody popísané v tejto kapitole vykonávajú ich funkcie pre systémy klasifikované v súlade s [II.2] ako systémy so vzťahom k bezpečnosti. Klasifikácia ich centrálnych elementov - SAS2, meracie elementy (príslušné meracie obvody) a koncové elementy (príslušné regulačné armatúry) prislúchajú ku klasifikácii regulačných obvodov.

Normálne prevádzkové systémy nie sú klasifikované.

Riadiace systémy regulátorov SAS a PAS, ako aj snímače technologických hodnôt a akčné členy regulátorov sú kvalifikované pre klimatické podmienky miestností, v ktorých sú umiestnené. Ohľadne podrobnejších informácií sa obráťte na kapitolu 6.5.5.8 tejto správy.

c) Redundancia a splnenie kritéria jednoduchkej poruchy

Hlavné elementy regulačných obvodov sú implementované v technologických a komunikačných častiach redundančným spôsobom. Preto tieto spĺňajú kritérium jednoduchkej poruchy. Jednoduchá porucha na úrovni V/V modulov je obmedzená na jednotlivý podsystém. V prípadoch, že jednoduchá porucha na úrovni V/V modulov vedie k významnému zníženiu dostupnosti bloku, systém má implementovanú výberovú logiku medzi meracími kanálmi umiestnenými v rôznych V/V moduloch.

Systémová distribúcia funkcií a použitie viacnásobných meracích kanálov v rámci systému spolu priradením povelových priorít medzi rôznymi SKR zaisťuje, že porucha v rámci SAS nebude viesť k udalosti DBC3 (definovaných v [I.38] aj počas údržby a/alebo periodickej skúšky).

Redundantné riešenie prispieva k zvýšeniu spoľahlivosti, funkšnej bezpečnosti zariadenia a k priaznivému priebehu procesov prechodových javov pri anormálnych podmienkach.

Hranice PCS sú chránené fyzickou separáciou, elektrickým oddelením a funkčnou nezávislosťou. PCS je rozdelený do štyroch nezávislých podsystémov podľa redundantnej štruktúry technologických systémov elektrárne, jeden pre každý podsystém. Každá redundancia je umiestnená v nezávislej miestnosti elektronických zariadení. Je zabezpečená fyzická separácia medzi káblowymi trasami a združovacími skrinkami patriacimi k rôznym bezpečnostným triedam a/alebo k redundanciám.

Prepojenia medzi ostatnými SKR a PCS alebo medzi redundanciami sú elektricky oddelené buď použitím prepojení pomocou optických vlákien alebo implementovaním oddeľovacích opatrení.

Sú tu napájacie potrubia s ich vlastnými regulátormi a regulačnými armatúrami a odpúšťacie potrubia tiež s ich vlastnými regulátormi a regulačnými armatúrami.

d) Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Splnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou, ktorá by mohla viesť k úplnému odstaveniu systému SAS je zaistené existenciou vyššieho klasifikovaného SKR (bezpečnostné panely SICS), prostredníctvom ktorého je jadrový blok uvedený do bezpečných podmienok.

PCS a bezpečnostné systémy sú riadené použitím rôznych riadiacich systémov (SPPA-T2000 a Teleperm XS). Prioritné riadenie akčného člena (PAC) je priradené k pohonom, ktoré sú dôležité pre bezpečnosť a riadené pomocou rôznych SKR.

e) Kvalifikácia zariadenia

Systémy SAS, ich príslušné meracie obvody a akčné členy sú kvalifikované na splnenie požiadaviek prostredia, v ktorom sú tieto inštalované, požiadaviek EMC, požiadaviek na životnosť zariadenia a seizmicity.

f) Seizmicita

Systém SAS1 a SAS2 je klasifikovaný do seizmickej triedy 1a a systém PAS do seizmickej triedy 2a. Systém PCS bol odskúšaný podľa SQP. Systém spĺňa požiadavky seizmicity podľa SQP.

Regulačné obvody spĺňajú požiadavky na seizmickú odolnosť vo všetkých ich častiach v závislosti na ich seizmickej klasifikácii.

Spoľahlivosť systému PCS je potvrdená kvalitatívnymi spoľahlivostnými analýzami, kde intenzity porúch jednotlivých komponentov SKR boli počítané na báze metódy počtu prvkov. Táto analýza je v kapitole 6.5.5.8.

Zariadenia PCS spĺňajú všetky požiadavky na funkčnosť, výkonnosť, spoľahlivosť, odolnosť voči prostrediu, zaistenie kvality, ktoré sú stanovené pomocou [II.9] a súvisiacimi štandardmi. PCS spĺňa vo fáze vykonávacieho projektu požiadavky stanovené v prílohe č. 3, časť B, I. L Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006.

Porovnaním vyhlášok [II.12] a [II.2] môžeme konštatovať, že zaradenie vybraných regulátorov I.O. do bezpečnostnej triedy sa nemení: trieda IIIk je nahradená triedou IIIj.

Požiadavky definované na systém regulátorov v bodoch ktoré možno aplikovať podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 5,6,8,9,11,12,16 sú totožné s požiadavkami v bodoch 5,6,8,11,14,15,19 Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011.

Záverom možno konštatovať, že projekt regulátorov I.O. spĺňa všetky požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.12] ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.2].

LITERATÚRA**[I] Zdrojové dokumenty, ktoré sú vo vlastníctve SE, a.s.**

- [I.1] PpBS EMO 1,2 arch.č.254/97 Sign.5986 z 12.12.7997 rev.01.00
- [I.2] Parametre prostredia pre normálne a havarijné podmienky DB pre kvalifikáciu
- [I.3] Koncept automatizácie
- [I.4] Koncept regulácie s uzavretou slučkou
- [I.5] Koncept regulácie s otvorenou slučkou
- [I.6] Popis SKR systému PAS
- [I.7] Popis SKR systému SAS
- [I.8] Použité kódy a štandardy
- [I.9] Prevádzkové inštrukcie pre SPPA-T2000 AS 620B R903
- [I.10] Systémy SPPA-T2000 a parametre prostredia
- [I.11] DPS 3.10.01 PCS pro NI Popis regulačních okruhů a vypočítaných veličin
- [I.12] rev.05 Konceptia napájania pre hlavné SKR
- [I.13] List of actuators NI
- [I.14] SPPA T-2000 Bus System
- [I.15] Support Document for Overwiei Over IEC-categories, BT-classes and Seismic Categories
- [I.16] Qualification report for SPPA-T2000 AS620
- [I.17] Classified Equipment Quality Plan for SICS, PICS, SAS, PAS and RCS Cabinets (design and manufacturing phase)
- [I.18] Analýza všeobecnej vhodnosti : Platforma SPPA-T2000,
- [I.19] Plán kvality vybraného zariadenia pre PS3.10 (4.10) 1. fáza, Systém- Systém SKR so vzťahom k bezpečnosti
- [I.20] Plán kvality vybraného zariadenia pre PS3.10 (4.10) 2. fáza, Systém- Skrine SKR so vzťahom k bezpečnosti
- [I.21] Proces kvalifikácie prevádzkového SKR
- [I.22] General Alarm Concept,
- [I.23] Úprava signálu prevádzkového SKR,
- [I.24] Description Of Interfaces Between I&C Systems,

- [I.25] Software And Hardware Performance Specification,
- [I.26] Popis SKR systému PICS
- [I.27] Koncept obsluhy systémov založených na SPPA-T2000,
- [I.28] Product Manuals For 'Operational I&C',
- [I.29] Koncept skúšania, autodiagnostiky, dohľadu pre systémy založené na SPPA-T2000,
- [I.30] Program FAT pre T2000,
- [I.31] Verification And Validation Plan For 'Operational I&C',
- [I.32] System Qualification Plan,
- [I.33] Popis systému SICS,
- [I.34] Riadenie doby životnosti zariadenia SKR,
- [I.35] Kapitola 06.05.05.07 Systém riadenia procesov – PCS (PAS, SAS1, SAS2),
- [I.36] List of NI signals,
- [I.37] List of actuators of NI,
- [I.38] MO34, kapitola 05.02 Rokovanie o návrhu, požiadavkách, kritériách a cieľoch,
- [I.39] Schémata měření hladiny,
- [I.40] METODIKA PRE ZABEZPECENIE KOMPLEXNEJ KVALIFIKÁCIE KONSTRUKCII, SYSTEMOV A KOMPONENTOV JE MOCHOVCE 3. A 4. BLOK
- [I.41] POZIADAVKY NA HODNOTENIE SEIZMICKEJ ODOLNOSTI KONSTRUKCII, SYSTEMOV A KOMPONENTOV JE MOCHOVCE 34
- [I.42] Metodika pre vypracovanie a aktualizáciu preukaznej dokumentácie prevádzkového zariadenia pre MO34
- [I.43] Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34

[II] Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, apod.)

- [II.1] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Viedeň, 5/2004
- [II.2] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení
- [II.3] Vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z.z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovenia dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam

- [II.4] Zákon NR SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [II.5] Vyhláška č. 31/2012 Z. z, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [II.6] Vyhláška č. 431/2011 Z. z. o systéme manažérstva kvality
- [II.7] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ISBN 978-80-88806-73-8, ÚJD SR, Bratislava, 11/2008
- [II.8] IAEA Safety Standards Series No. NS-R-1 – Safety of Nuclear Power Plants: Design - Requirements)
- [II.9] IEC 61226 : 2009 Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important to safety - Classification of instrumentation and control functions
- [II.10] STN IEC 61513 Jadrové elektrárne. Meranie a regulácia systémov dôležitých pre bezpečnosť. Všeobecné požiadavky na systémy
- [II.11] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 01/2014
- [II.12] 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.13] 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
- [II.14] Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008 Pripomienky k rozsahu a obsahu PBS pre MO34
- [II.15] Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť, PNM34361188
- [II.16] Rozhodnutie ÚJD SR no. 63/2015. Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa dokumentov PNM34361188 a PNM34361189

[III] Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a.s.

- [III.1] Legislatíva, licencovanie a normatívne požiadavky vo vzťahu k dozorným orgánom,
- [III.2] Koncept riadenia akčných orgánov
- [III.3] EMC koncept, EGP

ZOZNAM OBRÁZKOV

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 6.5.6.1 - 1 Prehľad regulátorov plniacich bezpečnostné funkcie	10
Tab. 6.5.6.1 - 2 Hlavné regulátory bezpečnostne klasifikované.....	10
Tab. 6.5.6.1 - 3 Regulátory hladiny v kompenzátore objemu.....	12

ZOZNAM KÓDOV A ŠTANDARDOV

Pre návrh systému sú použiteľné nasledujúce kódy a štandardy:

DIN ISO 9001:2000	Systém riadenie kvality – Požiadavky
KTA 1401	Všeobecné požiadavky na zabezpečenie kvality (1998)

Na všeobecnú platformu návrhu a kvalifikácie sú použiteľné nasledujúce kódy a štandardy:

EN 55011	Priemyselné vedecké a lekárske (ISM) vysokofrekvenčné zariadenia - Elektromagnetická charakteristika rušenia - Limitné hodnoty a metódy merania (08/2007)
IEC 60068-2-1	Environmentálne skúšky, Časť 2-1: Skúšky - Skúška A: Chlad (03/2007)
IEC 60068-2-2	Environmentálne skúšky, Časť 2-2: Skúšky - Skúška B: Suché teplo (07/2007)
IEC 60068-2-6	Environmentálne skúšky, Časť 2-6: Skúšky - Skúška Fc: Vibrácie (sínusoidné) (12/2007)
IEC 60068-2-14	Environmentálne skúšky, Časť 2-14: Skúšky - Skúška N: Zmena teploty (01/1984)
IEC 60068-2-27	Environmentálne skúšky, Časť 2-27: Skúšky - Skúška Eda a návod: Náraz (02/2008)
IEC 60068-2-30	Environmentálne skúšky, Časť 2-30: Skúšky - Skúška Db: Vlhké teplo, cyklické (12 h + 12 h cyklus) (08/2005)
IEC 60068-2-57	Environmentálne skúšky, Časť 2-57: Skúšky - Skúška Ff: Vibrácie - Metóda časového priebehu (11/1999)
IEC 60068-2-78	Environmentálne skúšky, Časť 2-78: Skúšky - Skúška Cab: Vlhké teplo, ustálený stav (08/2001)
IEC 60364-4-43	Nízkonapäťové elektrické inštalácie, Časť 4-43: Ochrana pre bezpečnosť - Ochrana proti nadprúdu
IEC 60439-1	Nízkonapäťové rozvádzače a riadiace zariadenia, Časť 1: Rozvádzače s typovou skúškou a čiastočnou typovou skúškou (04/2004)
IEC 60980	Odporúčané postupy pre seizmickú kvalifikáciu elektrických zariadení bezpečnostného systému jadrových elektrární (06/1989)
IEC 61000-4-2	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-2: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči elektrostatickým výbojom - Základné EMC publikácie (01/1995)
IEC 61000-4-3	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-3: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči vyžarovanému, rádiovému a elektromagnetickému poľu (11/2007)
IEC 61000-4-4	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-4: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči rýchlemu prechodovému deju/vysokofrekvenčný impulz (07/2004)

IEC 61000-4-5	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-5: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti proti prepätiu (11/2005)
IEC 61000-4-6	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-6: Skúšobné a meracie techniky - Odolnosť voči šírenému rušeniu, indukovanému rádiofrekvenčnými poľami
IEC 61000-4-8	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-8: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči magnetickému poľu silových vedení; základná EMC publikácia (06/1993)
IEC 61000-4-11	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-11: Skúšobné a meracie techniky - Skúšky odolnosti voči útlmu napätia, krátkemu prerušeniu a zmenám napätia (03/2004)
IEC 61000-4-12	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-12: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči kruhovej vlne (09/2006)
IEC 61000-6-2	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 6-2: Všeobecné normy - Odolnosť voči priemyselným prostrediam
IEC 61000-6-4	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 6-4: Všeobecné normy - Norma emisií pre priemyselné prostredia
IEC 61180-1	Techniky vysokonapäťových skúšok pre nízkonapäťové zariadenia (10/1992)
KTA3503	Typové skúšky elektrických modulov pre bezpečnostné systémy kontroly a riadenia (11/2005)