

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.05.05.04 Automatický regulátor výkonu reaktora - RCS

Stavba: Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť
Construction: 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island
Stavebník: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce
Constructor: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

		LC				
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil	Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	nie
			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: 06		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361064		A4	6.01	RS
 * P N M 3 4 3 6 1 0 6 4 0 6 *		Sheet / List		Of / z		Plant System / Systém elektrárne
		1		23		Component / Komponent

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436106406_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 06.08.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE a.s.	0530	06.08.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE a.s.	0520	06.08.2019		
Verified by / Overil:			VUJE a.s.	0720	06.08.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE a.s.	1703	06.08.2019		

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	• PNM3436106406_S_C00_V	• 06
2.	• Textová časť/Text part	• PNM3436106406_S_C01_V	• 06
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	4
ÚVOD.....	6
ZOZNAM SKRATIEK.....	7
6.5.5.4 AUTOMATICKÝ REGULÁTOR VÝKONU REAKTORA - RCS	9
6.5.5.4.1 POPIS SYSTÉMU	9
6.5.5.4.1.1 Účel systému	9
6.5.5.4.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti.....	9
6.5.5.4.1.2.1 Bezpečnostné funkcie	9
6.5.5.4.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia	9
6.5.5.4.1.2.3 Popis systému	9
6.5.5.4.1.2.3.1 RCS riadenie	10
6.5.5.4.1.2.3.2 Blokády	10
6.5.5.4.1.2.3.2.1 Vnútorne blokády	10
6.5.5.4.1.2.3.2.2 Externé blokády	10
6.5.5.4.1.2.3.3 Rozhranie s inými systémami SKR	10
6.5.5.4.1.2.4 Funkcie systému	11
6.5.5.4.1.2.5 Elektrické napájanie	12
6.5.5.4.1.3 Činnosť obsluhy.....	12
6.5.5.4.1.4 Popis prevádzkových stavov	12
6.5.5.4.1.4.1.1 Normálne prevádzkové podmienky bloku.....	12
6.5.5.4.1.4.1.2 Abnormálne prevádzkové podmienky bloku.....	13
6.5.5.4.1.5 Detailné prvky projektu.....	13
6.5.5.4.1.5.1 Dispozičné riešenie	13
6.5.5.4.1.5.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky	13
6.5.5.4.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU	14
6.5.5.4.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia	14
6.5.5.4.2.2 Seizmická odolnosť	14
6.5.5.4.2.3 Princípy bezpečného projektovania	14
6.5.5.4.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.....	14
6.5.5.4.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	15
6.5.5.4.2.3.2.1 Diverzita	15
6.5.5.4.2.3.3 Nezávislosť.....	15
6.5.5.4.2.3.4 Kritérium bezpečnej poruchy.....	15
6.5.5.4.2.3.5 Analýza spoľahlivosti.....	15
6.5.5.4.2.3.6 Kvalifikácia systému	16
6.5.5.4.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE.....	17
6.5.5.4.3.1 Hodnotenie plnenia legislatívnych požiadaviek.....	17
6.5.5.4.3.2 Bezpečnostné hodnotenie RCS	19
LITERATÚRA	20
ZOZNAM OBRÁZKOV.....	21
ZOZNAM TABULIEK	22

ZOZNAM KÓDOV A ŠTANDARDOV	23
---------------------------------	----

ÚVOD

Správa obsahuje kapitolu 6.5.5.4 – „Systém riadenia výkonu reaktora RCS“ predprevádzkovej bezpečnostnej správy jadrovej elektrárne Mochovce 3. Blok.

Správa popisuje a z bezpečnostného hľadiska hodnotí systém riadenia výkonu reaktora 3. bloku JE Mochovce na základe vykonávacieho projektu.

Kapitola POSAR 6.5.5.4 je vypracovaná v súlade so: Zákonom ÚJD SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) [II.3], Vyhláškou ÚJD č. 31/2012 Z. z. [II.4], BNS I.1.2/2008 [II.1], (pričom bolo v primeranom rozsahu prihliadnuté k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 [II.10] a, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1 [II.2]).

Pri vypracovaní kapitoly 6.5.5.4 POSAR boli uvažované a implementované pripomienky uvedené v Rozhodnutí NRA 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.

ZOZNAM SKRATIEK

ASDR	automatický systém dispečerského riadenia
AP	automatizačný procesor
AS	automatizačný systém
CCF	porucha zo spoločnej príčiny
CP	komunikačný procesor
CPU	centrálna 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
HPK	hlavný parný kolektor
HRK	havarijná a regulačná kazeta
HVAC	vzduchotechnický systém
MCR	bloková dozorňa
MSH	hlavný parný kolektor
PAC	riadenie priorít ovládania pohonov
PACS	systém prioritného riadenia pohonov
PAS	systém automatizácie procesov
PICS	počítačový informačný a radiaci systém
PLKVZ	plán kvality vybraných zariadení
PO	primárny okruh (NI)
PU	procesorová jednotka
RCS	systém regulácie (výkonu) reaktora
RLS	limitačný systém reaktora
RPS	systém ochrany reaktora
RCC-E	projektové a koncepčné pravidlá pre elektrické zariadenia jadrového ostrova
RRCS	systém riadenia regulačných kaziet reaktora
RRN	kanál regulátora výkonu
RRT	kanál regulátora tlaku
RTS	systém automatického (rýchleho) odstavenia reaktora
RZV TG	rýchlozáverné ventily turbíny
SAS	bezpečnostný automatizačný systém
SICS	bezpečnostný informačný a radiaci systém
SKR	systém kontroly a riadenia
SQP	plán kvality systému
OM	prevádzkový a monitorovací systém
OT	prevádzkový terminál
TCS	systém riadenia turbíny

TG	turbogenerátor
TPCS	system ochrany a riadenia turbíny

6.5.5.4 AUTOMATICKÝ REGULÁTOR VÝKONU REAKTORA - RCS

6.5.5.4.1 POPIS SYSTÉMU

6.5.5.4.1.1 Účel systému

RCS je navrhnutý pre riadenie výkonu reaktora. RCS pracuje tak, aby udržal výkon reaktora na požadovanej úrovni v súlade s výkonmi turbogenerátorov.

6.5.5.4.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti

RCS obsahuje logické riadenia, ktoré sú potrebné na zaručenie prepnutia medzi rozličnými režimami riadenia a blokádami regulátora (6.5.5.4.1.2.3.2).

Typické funkcie RCS sú monitorované a riadené operátorom cez PICS (hoci sú niektoré informácie zobrazované taktiež aj na paneloch SICS).

6.5.5.4.1.2.1 Bezpečnostné funkcie

Systém RCS je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky, poskytuje operátorom všetky informácie a riadiace prostriedky potrebné na ovládanie a monitorovanie elektrárne, ale jeho použitie môže byť rozšírené do 2. línie ochrany do hĺbky, pokiaľ je dostupný. Preto RCS prispieva k riadeniu reaktivity v aktívnej zóne reaktora ovládaním HRK v zmysle predpokladanom IAEA Bezpečnostné štandardy série č. NS-R-1 – Bezpečnosť jadrových elektrární: Návrh – požiadavky.

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z.[II.11] 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 0 a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS je systém RCS zaradený do BT III a plní bezpečnostnú funkciu:

IIIk - zariadenia nevyhnutné z hľadiska plnenia bezpečnostných funkcií na dodávku energií alebo na riadenie ostatných komponentov a zariadenia , ktoré nie sú zaradené do bezpečnostnej triedy II.

V porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50 /2006 [II.11], vyhláška č. 430/2011 [II.5] obsahuje zmenu značenia IIIk na III j.

6.5.5.4.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia

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

Kritérium EMC pre RCS je B [I.1].

Ako je špecifikované v 0 a doplnené v 0, komponenty RCS vyhovujú nasledujúcim parametrom prostredia podľa štandardu STN 33 2000-3:

6.5.5.4.1.2.3 Popis systému

zobrazuje celkovú architektúru RCS, realizovanú systémom SPPA-T2000. Systém je realizovaný jedno redundantným AP a tromi oddelenými modulmi FUM, všetko je spojené k redundantnému AP. RCS posiela výstupy do TCS, PCS, RRCS a samozrejme do RRCS a ASDR.

Na obrázku 6.5.5.4 - 4 je detailná štruktúra jedného systému RCS.

- Z FUM modulov, ktoré sú použité na:
 - zber, úpravu, spracovanie, distribúciu, výstup a monitorovanie signálov a napájanie snímačov,
 - monitorovacie funkcie pre jednoduchú a presnú diagnostiku v prípade poruchy,
 - auto diagnostiku vnútorných častí kariet (el. rozvod, referenčné napätia pre A/D prevodník),

Návrh pevného prepojenia RCS je na obrázku 6.5.5.4 - 6. Meracie reťazce pre merania tlaku RCS sú schematicky znázornené na .

6.5.5.4.1.2.3.1 RCS riadenie

RCS je navrhnutý pre viaceré režimy prevádzky.

Ručný režim

Pohyb kaziet HRK môže byť riadený ručneV tomto prípade regulátor RCS neriadi pohyb kaziet HRK a výkon reaktora je stabilizovaný teplotnými efektami reaktivity.

Automatický režim

RCS automaticky prepína medzi režimami podľa daných pravidiel.

Pôsobenie AO3 alebo AO4

V závislosti na odchýlke tlaku v HPK je automaticky predvolený režim. “

6.5.5.4.1.2.3.2 Blokády

6.5.5.4.1.2.3.2.1 Vnútorné blokády

6.5.5.4.1.2.3.2.2 Externé blokády

Pre ďalšie informácie si pozrite prosím kapitolu POSAR 6.5.6.3.

6.5.5.4.1.2.3.3 Rozhranie s inými systémami SKR

Rozhranie s SICS (pozrite kapitolu POSAR 6.5.5.2)

Výmena signálov medzi RCS a SICS je realizovaná cez pevne vydrôtované spojenia. FUM moduly sa používajú pre rozhranie s riadením, signalizáciou a výstražnou signalizáciou na SICS prostredníctvom prepojovacej skrine.

Rozhranie s PICS (pozrite kapitolu POSAR 6.5.5.1)

Výmena signálu medzi RCS a PICS je zabezpečená pomocou optickej blokovej zbernice. Jednotka spracovania (PU), ktorá je pripojená k blokovej zbernici, spracováva a distribuuje údaje medzi PICS a RCS.

Rozhranie so systémom Excore (pozrite kapitolu POSAR 6.5.2)

Prenos signálov medzi Excore a RCS je zabezpečený pomocou pevne vydrôtovaných spojení medzi modulmi Excore a FUM v RCS cez prepojovacie skrine.

Excore vysiela do RCS analógové vstupné signály pre neutrónový tok a periódu reaktora, plus analógové signály pre lineárny výkon, vrátane signálu spätnej kontroly.

Rozhranie s RRCS (pozrite kapitolu POSAR 6.5.5.3)

Prenos signálov medzi RRCS a RCS je zabezpečený pomocou pevno vydrôtovaných spojení medzi modulmi RRCS a FUM v RCS cez prepojovacie skrine.

Do RRCS sú posielané príkazy pre vysúvanie/ zasúvanie (9 binárnych výstupov sa delí do úrovní).

Rozhranie s RTS/DRTS (pozrite kapitolu POSAR 6.5.2)

Prenos signálov medzi RTS a RCS je zabezpečený pomocou pevne vydrôtovaných spojení medzi modulmi RTS a FUM v RCS cez prepojovacie skrine.

RTS vysiela do RCS tri analógové signály o tlaku v horúcich slučkách.

Rozhranie s TCS (pozrite kapitolu POSAR 6.5.6.3)

Prenos signálov medzi TCS a RCS je zabezpečený pomocou pevne vydrôtovaných spojení medzi modulmi TCS a FUM v RCS cez prepojovacie skrine.

Rozhranie s PCS (pozrite kapitolu POSAR 6.5.5.1)

Prenos signálov medzi PCS a RCS sa vykonáva pomocou pevne vydrôtovaných spojení medzi modulmi PCS a FUM v RCS cez prepojovacie skrine

RCS vysiela do PCS dva analógové signály o neutrónovom toku, Tri analógové signály pre odchýlku tlaku v HPK.

Rozhranie s ASDR

Prenos signálov medzi ASDR a RCS je zabezpečený pomocou pevne vydrôtovaných spojení medzi modulmi ASDR a FUM v RCS cez prepojovacie skrine.

Pre ďalšie informácie o komponentoch systému SPPA-T2000 si pozrite prosím kapitolu POSAR 6.5.6.1.

6.5.5.4.1.2.4 Funkcie systému

RCS je navrhnutý na prácu pri normálnych a abnormálnych podmienkach elektrárne. Ako je vysvetlené v kapitole 6.5.5.4.1.2.1, RCS neplní žiadne špecifické bezpečnostné funkcie v zmysle predpokladaného IAEA Bezpečnostné štandardy série No. NS-R-1 – Bezpečnosť jadrových elektrární: Návrh - požiadavky, ale prispieva k riadeniu reaktivity v aktívnej zóne reaktora ovládaním riadiacich tyčí HRK.

Výkon reaktora je riadený zasúvaním/ vysúvaním skupín HRK.

6.5.5.4.1.2.5 Elektrické napájanie

Koncepcia elektrickej časti a zaisteného napájania je popísaná v kapitole 06.06 POSAR - Elektrické napájanie 0.

V kapitole je stanovené:

- Spoločné a základné princípy riešení systému zaisteného napájania JE
- Požiadavky odberateľa na elektrické napájanie (popis dát a hodnôt)
- Popis schémy systému zaisteného napájania JE - Zdroje a siete systému zaisteného napájania

6.5.5.4.1.3 Činnosť obsluhy

Činnosť obsluhy počas normálnej prevádzky na BD:

- Pozorovať proces a prepínať medzi jednotlivými režimami
- Nastavovať žiadané hodnoty regulátora
- Pozorovať indikátory a signalizáciu
- Vykonávať periodické testy

V prípade havárie:

- Pozorovať bezpečnostné panely, potvrdzovať signalizáciu (zvukovú a svetelnú)

V prípade poruchy inicializovať:

- Postup na odstránenie závady podľa prevádzkového predpisu.

6.5.5.4.1.4 Popis prevádzkových stavov

V prípade poruchy alebo zlyhania RCS bezpečný stav bloku zaistia bezpečnostné systémy. RCS je navrhnutý tak, aby pracoval v normálnych a abnormálnych elektrických podmienkach elektrárne.

6.5.5.4.1.4.1.1 Normálne prevádzkové podmienky bloku

Počas normálnych prevádzkových podmienok, čo je prevádzka bloku na výkone, je reaktor riadený systémom RCS. Parametre RCS sú zobrazované na obrazovkách PICS tak, že môže byť riadený ručne alebo automaticky.

V prípade poruchy PICS nie sú automatické funkcie RCS ovplyvnené. Panely SICS umožňujú ručné ovládanie komponentov RCS.

Vo všeobecnosti v prípade poruchy PICS, sa SICS uvedie do aktívneho stavu a elektrárňu môže byť normálne riadená cez SICS počas 4 hodín¹ 0. Po tomto čase, ak PICS nie je ešte obnovený, musí byť blok uvedený do stavu bezpečného odstavenia pomocou SICS.

Počas normálnej prevádzky sú splnené všetky projektované funkcie RCS. V prípade celkovej straty RCS zaistujú bezpečnostné systémy bezpečný stav bloku.

¹ Táto hranica je založená na skúsenostiach dodávateľa, týkajúcich sa možnosti zafixovania bežného druhu porúch zariadení PICS.

6.5.5.4.1.4.1.2 Abnormálne prevádzkové podmienky bloku

RCS je v stave normálnej prevádzky taktiež počas abnormálnych prevádzkových podmienok a plní všetky funkcie automatického riadenia a monitorovania spolu s funkčným PICS.

Ak je aktivovaná havarijná ochrana reaktora a reaktor je odstavený, RCS je funkčný, ale nemôže riadiť tyče HRK, pretože sú zasunuté a riadiaca slučka je prerušená.

Ak reaktor nie je havarijne odstavený, RCS môže podporovať zmiernenie po havarijných podmienok bloku. Manuálne funkcie RCS sú dostupné cez PICS a SICS. Ako bolo zmienené vyššie, automatické funkcie sú nezávislé od PICS. V prípade nedostupnosti RCS je možné manuálne riadenie kaziet HRK cez RRCS.

6.5.5.4.1.5 Detailné prvky projektu

6.5.5.4.1.5.1 Dispozičné riešenie

6.5.5.4.1.5.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky

Podrobná štruktúra systému RCS je obsahom príslušných dokumentov.

6.5.5.4.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU

6.5.5.4.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Výrobca vypracoval pre výrobu a skúšanie skríň SPPA T2000 výrobné harmonogramy, ktoré sú založené na vnútropodnikových postupoch výrobcu a dodatočných systémových požiadavkách zo strany zákazníka.

Výrobné harmonogramy pre výrobu skríň SPPA-T2000, špecifické pre projekt boli základom pre vypracovanie plánov kvality vybraného zariadenia vydaných projektovým tímom spoločnosti SIEMENS E F IE.

Pre vybrané zariadenie SKR JE MO34 (pre skrine bezpečnostných systémov SICS, PICS, SAS;PAS a RCS) na platforme SPPA-T2000 boli vypracované plány kvalifikácie systému (SQP), ktoré špecifikujú projektové kritériá, spracovanie, postupy, nástroje a zdroje, ktoré sú aplikované projektantom, aby sa splnili bezpečnostné požiadavky a požiadavky kvality. Sú aplikované pre projekt SKR MO34, výrobu, montáž a spúšťanie podľa **plánu kvality vybraného zariadenia**.

Plán kvality vybraného zariadenia je dokument pre výrobu aplikácií SKR so vzťahom k bezpečnosti špecifických pre projekt MO34. Plán kvality preukazuje, že postupy a dokumenty výrobcu sú v súlade s požiadavkami pre projekt jadrovej elektrárne Mochovce 3 a 4.

Plán kvality Plán kvality určuje projektové kritériá, spracovanie, postupy, nástroje a zdroje, ktoré sú aplikované projektantom, aby sa splnili bezpečnostné požiadavky a požiadavky kvality. (Požiadavky zaistenia kvality a požiadavky kvality pre skrine SKR RCS systému SPPA T2000).

Tento plán kvalifikácie plní medzinárodné normy IEC 61513/61226/62138 a individuálne požiadavky vyhlášok ÚJD.

6.5.5.4.2.2 Seizmická odolnosť

Systém RCS je navrhnutý v súlade s jeho zaradením do seizmickej kategórie 2a. Zariadenie je seizmicky kvalifikované v súlade s SQP.

6.5.5.4.2.3 Princípy bezpečného projektovania

6.5.5.4.2.3.1 Kritérium jednoduchkej poruchy

Nie je požadované plnenie kritéria jednoduchkej poruchy pre RCS. Napriek tomu bola redundancia uplatnená v návrhu komponentov RCS a to použitím redundantných procesorov, komunikačných procesorov a komunikačných väzieb rovnako ako aj redundantného napájania.

6.5.5.4.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

6.5.5.4.2.3.2.1 Diverzita

Nie je požiadavka na diverzitu.

6.5.5.4.2.3.3 Nezávislosť

Systém RCS je priradený k prvej línii ochrany do hĺbky.

Hranice RCS sú chránené fyzickým oddelením, elektrickým oddelením a funkčnou nezávislosťou. RCS je navrhnutý s tromi vstupno-výstupnými kanálmi. Každý kanál je umiestnený v oddelenom rošte skrine.

Fyzické oddelenie

Fyzické oddelenie je zaistená medzi káblovými trasami a prepojovacími skrinkami.

Elektrické oddelenie

Spojenia medzi systémami SKR a RCS sú elektricky oddelené buď použitím prepojení z optických káblov alebo implementáciou galvanického oddelenia.

Funkčná nezávislosť

Funkcie RCS sú funkčne nezávislé od bezpečnostných systémov. Nezávislosť je dosiahnutá použitím rôznej radiacej techniky pre RCS a bezpečnostných systémov.

Oddelenie redundantných komponentov je dosiahnuté nasledovne:

- samostatné poistky pre AP a každý FUM stojan
- samostatné procesory komunikácie a komunikačné spojenia
- samostatná distribúcia Vstupov/Výstupov z/do rôznych divízií pomocou (roštov)

Funkcie automatického riadenia, implementované v RCS, sú nezávislé od PICS a SICS.

6.5.5.4.2.3.4 Kritérium bezpečnej poruchy

Detekovaná porucha vedie vždy k vopred definovanému stavu príslušného komponentu a k prepnutiu záložného komponentu v prípade redundancie. Každý komponent systému SPPA-T2000 má na doske svoj vlastný diagnostický softvér. Poruchy sú automaticky indikované a archivované ako signalizácia SKR na prevádzkovom a monitorovacom systéme PICS (OM690). Systém podlieha programom normálnej údržby a skúšok .

6.5.5.4.2.3.5 Analýza spoľahlivosti

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

- Certifikovaný systém kvality dodávateľa systému po celú dobu životného cyklu celej výroby.
- 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.
- Počas vývojovej fázy sa starostlivo zohľadňuje použitie komponentov v súlade s dátami uvedenými v príslušných údajových listoch
- Udržiavané sú informácie o prevádzkových skúsenostiach SPPA-T2000 softvéru zahŕňajúc softvérovú verziu, manažment zmien a nasadení, opravené chyby, správy o stavoch, klasifikáciu chýb súvisiacich s modulmi a subsystémami atď.

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 výkonnej prevádzky a vymieňať komponenty počas prevádzky bez dopadu na prevádzku bloku

6.5.5.4.2.3.6 Kvalifikácia systému

Proces kvalifikácie prevádzkového SKR je ukázaný v príslušných dokumentoch.

Tieto výsledky sú potvrdené do spoľahlivostnej analýzy 0, kde je ukázané, že pravdepodobnosť poruchy na požiadavku pre funkcie RCS je vždy pod $3.216E-4$.

6.5.5.4.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE

6.5.5.4.3.1 Hodnotenie plnenia legislatívnych požiadaviek

Z dôvodov uvedených v kap. 6.5.5.4.1.2.2 vyššie na systém RCS sú uplatňované všeobecné požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.11], v prílohe č.3 v časti B/I (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.5] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.11] je uvedené na konci tejto kapitoly):

L. Bezpečnostné systémy a riadiace systémy

(5) Ak riadiaci systém alebo bezpečnostný systém závisí od spoľahlivosti počítačového systému, musia sa stanoviť a uplatniť špecifické kritériá kvality a postupy na vývoj, dodávku a skúšanie technického, a predovšetkým programového vybavenia počítačového systému počas životnosti riadiaceho systému a bezpečnostného systému.

Splnené - Počas vývoja, výroby a dodávky riadiaceho systému RCS boli splnené dostatočné opatrenia pre zabezpečenie kvality technického vývoja, ako aj verifikovania a validácie programového vybavenia,

(6) Úroveň požadovanej spoľahlivosti počítačového systému musí byť primeraná jeho bezpečnostnej dôležitosti. Úroveň spoľahlivosti sa musí dosiahnuť komplexnou stratégiou, ktorá používa vzájomne sa dopĺňajúce prostriedky v každej fáze vývoja procesu, so zohľadnením efektívnej metódy analýz a testovania, ale aj stratégie verifikácie a validácie s cieľom potvrdiť požiadavky na projekt.

Splnené – pri vývoji boli použité metódy na verifikáciu a validáciu programového vybavenia rovnako ako aj technických prostriedkov na preukázanie zhody s požiadavkami na zariadenie,

(8) Proces vývoja počítačového systému, bezpečnostného systému alebo riadiaceho systému sa musí dokumentovať a kontrolovať, pričom sa musí umožniť jeho spätné preskúmanie, vrátane jeho skúšania a spúšťania a aj projektových zmien týchto systémov.

Splnené – proces vývoja počítačového riadiaceho systému RCS je zdokumentovaný vo všetkých fázach životného cyklu (skúšanie vo výrobnom závode, FAT testy, spúšťanie na elektrárni,

(9) Počítačový systém bezpečnostného systému alebo riadiaceho systému s vplyvom na jadrovú bezpečnosť musí byť kvalifikovaný.

Splnené - pre systém boli vypracovaný a schválený plán kvality vybraného zariadenia, plán kvalifikácie systému a proces kvalifikácie systému kde sú zaznamenané a zdokumentované všetky etapy vývoja a výroby zariadenia a ich zhoda s požiadavkami,

(11) Bezpečnostné a riadiace systémy musia byť oddelené, prípadne ak oddelenie nie je možné dosiahnuť, ich funkčne nevyhnutné a účelné prepojenie sa musí obmedziť tak, aby porucha radiacích systémov neovplyvnila bezpečnostné funkcie.

Splnené - riadiace systémy sú oddelené

- (12) *Bezpečnostné systémy a riadiace systémy musia mať zabudované automatizované bezpečnostné zásahy tak, aby sa počas odôvodneného časového úseku od vzniku udalosti nevyžadoval zásah človeka, pričom musia byť k dispozícii informácie o automatizovaných bezpečnostných zásahoch, aby bolo možné monitorovať ich účinok.*

Splnené – funkcie zobrazenia, signalizácie a záznamu signálov systému RCS sú realizované systémom PICS,

viď kapitolu 6.5.5.4.1.4 „Popis prevádzkových stavov“, Funkcie zobrazenia, signalizácie a záznamu signálov sú poskytnuté systémom PICS,“.

- (16) *Riadiace systémy sa musia projektovať tak, aby poskytovali požadované signály o odchýlkach dôležitých prevádzkových parametrov a procesov od prípustných medzí. Riadiace systémy musia byť vybavené prístrojmi, aby mohli sledovať, merať, registrovať a ovládať hodnoty a systémy dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti pri normálnej a abnormálnej prevádzke.*

Splnené – Signály o odchýlkach dôležitých parametrov je možné sledovať na ukazovateľoch systému PICS. Na pozorovanie systému RCS pri normálnych a abnormálnych podmienkach sú použité systémy PICS a SICS a pre ručné ovládanie HRK (namiesto RCS) je použitý systém RRCS

Porovnaním vyhlášok [II.11] a [II.5] môžeme konštatovať, že zaradenie systému RCS do bezpečnostnej triedy sa nemení: trieda IIIk je nahradená triedou IIIj.

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

Záverom možno konštatovať, že projekt systému RCS spĺňa všetky požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.11] ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.5].

6.5.5.4.3.2 Bezpečnostné hodnotenie RCS

Riadiaci systém RCS je zaradený do BT 3 a plní bezpečnostné funkcie III k. Podľa normy IEC 61226 je RCS zaradený do triedy C. RCS systém je realizovaný riadiacim systémom SPPA T-2000.

Pre skriňu systému RCS, ktorý je realizovaný na platforme SPPA-T2000 boli vypracované plány kvality, podľa ktorých bol realizovaný proces návrhu, výroby, testovania a dodávky zariadenia na stavbu. 0

RCS plní všetky funkcie automatického riadenia počas normálnej prevádzky a taktiež počas abnormálnej prevádzky spolu s funkčným PICS. V prípade, že PICS nie je funkčný je možné riadiť a monitorovať systémom SICS. V prípade nedostupnosti RCS je možné manuálne riadenie kaziet HRK cez RRCS.

Ak je aktivované rýchle odstavenie reaktora a reaktor je odstavený, RCS je funkčný, ale nemôže riadiť tyče HRK, pretože sú zasunuté a riadiaca slučka je prerušená.

Ak reaktor nie je odstavený, RCS môže podporovať zmiernenie po havarijných podmienok bloku.

RCS je klasifikovaný do seizmickej triedy 2a. Systém RCS bol testovaný v súlade s SQP a pre JE MO34 bola doporučená skúšobná metóda trojosovej časovej histórie v súlade so štandardom IEC 60980. Systém spĺňa požiadavky na seizmicitu podľa SQP. 0

Riadiaci systém RCS je kvalifikovaný pre klimatické podmienky miestností v ktorých je umiestnený. Viac detailnejších informácií si pozrite v kapitole 6.5.5.4.2.3.6 tejto správy a v kvalifikačnej správe kde je preukázané, že všetky komponenty RCS spĺňajú požadované parametre prevádzkového prostredia a elektromagnetickej kompatibility.

Pre vývoj hardvéru a softvéru SPPA-T2000 bol vytvorený riadený a zdokumentovaný proces návrhu a vývoja čo je pravidelne testované autorizovanou organizáciou.

Spôľahlivosť systému je potvrdená analýzou spoľahlivosti, kde intenzita porúch jednotlivých komponentov SKR bola vypočítaná na základe metódy počítania prvkov (parts count method) a bola vykonaná a potvrdená nezávislými odborníkmi ako časť typových skúšok pre všetky komponenty platformy SPPA-T2000.

Prepojenia medzi systémami SKR a RCS sú elektricky oddelené buď použitím optických káblov alebo implementáciou opatrení galvanického oddelenia.

Systém RCS a bezpečnostné systémy sú riadené použitím rôznej riadiacich systémov (SPPA-T2000 a) pri ktorých je zabezpečená funkčná nezávislosť.

Systém RCS pre MO34 je vhodný na riadenie kaziet HRK systému RRCS pre ktorý bol navrhnutý a spĺňa požiadavky v súlade so svojou bezpečnostnou klasifikáciou vo všetkých projektom uvažovaných prevádzkových režimoch.

LITERATÚRA

I Zdrojové dokumenty, ktoré sú vo vlastníctve SE, a.s.

- [I.1] Popis SKR systému RCS

II Legislative documents (Standards, Acts, Decrees)

- [II.1] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ISBN 978-80-88806-73-8, ÚJD SR, Bratislava, 11/2008
- [II.2] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Vienna, 5/2004
- [II.3] Zákon NR SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [II.4] Vyhláška č. 31/2012 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [II.5] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení
- [II.6] Zákon č. 124/2006 Z. z., o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci
- [II.7] Zákon č. 350/2011 novela zákona č. 541/2004.
- [II.8] STN IEC 61226 Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Classification of instrumentation and control functions.
- [II.9] STN IEC 61513 Jadrové elektrárne. Meranie a regulácia systémov dôležitých pre bezpečnosť. Všeobecné požiadavky na systémy.
- [II.10] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 01/2014
- [II.11] 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.12] Vyhláška ÚJD SR č. 56/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na dokumentáciu systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu jadrových zariadení, podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania
- [II.13] Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008 Pripomienky k rozsahu a obsahu PBS pre MO34

ZOZNAM OBRÁZKOV

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 6.5.5.4 - 1 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia systému RCS	9
---	---

ZOZNAM KÓDOV A ŠTANDARDOV

DIN ISO 9001:2008 Systém manažérstva kvality – Požiadavky
KTA 1401 Všeobecné požiadavky na zabezpečenie kvality (1998)

Na všeobecnú platformu návrhu a kvalifikácie sa vzťahujú nasledujúce kódy a normy:

EN 55011	Priemyselné vedecké a zdravotnícke (ISM) zariadenia - Charakteristiky vysokofrekvenčného rušenia. Medze 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 Ea a návod: Uderý (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 kab: Vlhké teplo, konštantné (08/2001)
IEC 60364-4-43	Nízkonapäťové elektrické inštalácie, Časť 4-43: Ochrana pre bezpečnosť - Nadprúdová o
IEC 60439-1	Nízkonapäťové rozvádzače a riadiace zariadenia, Časť 1: Typovo skúšané a čiastočne typovo skúšané rozvádzače (04/2004)
IEC 60980	Odporučené spôsoby overovania seizmickej spôsobilosti elektrického zariadenia bezpečnostného systému jadrových elektrární (06/1989)
IEC 61000-4-2	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-2: Metódy skúšania a merania - Časť 2: Skúška odolnosti proti elektrostatickému výboju - Základné vydanie EMC (01/1995)
IEC 61000-4-3	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Časť 4-3: Metódy skúšania a merania - Skúška odolnosti proti vyžarovanému, vysokofrekvenčnému a elektromagnetickému poľu (11/2007)
IEC 61000-4-4	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-4: Metódy skúšania a merania. Skúška odolnosti proti rýchlym elektrickým prechodným javom/skupinám impulzov (07/2004)
IEC 61000-4-5	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-5: Metódy skúšania a merania. Skúška odolnosti rázovým impulzom (11/2005)
IEC 61000-4-6	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-6: Metódy skúšania a merania. Odolnosť proti rušeniu indukovanému vysokofrekvenčnými poľami
IEC 61000-4-8	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-8: Metódy skúšania a merania. 8. oddiel: Skúška odolnosti proti magnetickému poľu na sieťovom kmitočte. Kmeňová norma EMC (06/1993)
IEC 61000-4-11	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-11: Metódy skúšania a merania. Skúšky odolnosti proti krátkodobým poklesom napätia, krátkym prerušeniam a kolísaniam napätia (03/2004)
IEC 61000-4-12	Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-12: Metódy skúšania a merania. Skúška odolnosti oscilačnou vlnou (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	Technika skúšok vysokým napätím zariadení nízkeho napätia (10/1992)