



## Technická správa

### Predprevádzková bezpečnostná správa

## Kapitola 06.05.05.03 Systém skupinového a individuálneho riadenia HRK - RRCS

**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	3	SEC. INDEX / INDEX utajenia
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie		x	Information Only / Len na informáciu
<small>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.</small>							
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 06		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype / Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361063		A4	6.01	RS	Z
 * P N M 3 4 3 6 1 0 6 3 0 6 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne
				1	30		Component / Komponent
SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 460003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436106306_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 14.08.2019			
Kód citlivosti <sup>1)</sup> / Sensitivity code <sup>1)</sup>	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE a.s.	• 0530	• 14.08.2019		
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•		
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0520	• 14.08.2019		
Verified by / Overil:			• VUJE a.s.	• 0720	• 14.08.2019		
Approved by / Schválil:			• VUJE a.s.	• 1703	• 14.08.2019		

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 /	Brief description of modification /	Reason of modification /
Identifikácia (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavec)	Stručná charakteristika úpravy (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	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/Title list	• PNM3436106306_S_C00_V	• 06
2.	• Textová časť/Text part	• PNM3436106306_S_C01_V	• 06
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

## CONTENTS/OBSAH

ÚVOD.....	6
ZOZNAM SKRATIEK.....	7
6.5.5.3 SYSTÉM SKUPINOVÉHO A INDIVIDUÁLNEHO RIADENIA HRK - RRCS.....	9
6.5.5.3.1 POPIS SYSTÉMU.....	9
6.5.5.3.1.1 Účel systému.....	9
6.5.5.3.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti.....	9
6.5.5.3.1.2.1 Bezpečnostné funkcie.....	9
6.5.5.3.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia.....	9
6.5.5.3.1.2.3 Popis systému.....	10
6.5.5.3.1.2.3.1 Rozhrania RRCS.....	11
6.5.5.3.1.2.3.2 Štruktúra systému týkajúca sa vizualizácie rozhrania človek – stroj HMI.....	13
6.5.5.3.1.2.3.2.1 Pult operátora.....	13
6.5.5.3.1.2.3.2.2 Blok ručného riadenia (BRR).....	13
6.5.5.3.1.2.3.2.3 Blok individuálneho výberu (BIV).....	13
6.5.5.3.1.2.3.2.4 Blok indikácií (BI).....	13
6.5.5.3.1.2.3.2.5 Blok indikácií 1 (BI1).....	13
6.5.5.3.1.2.3.2.6 Blok indikácií 2 (BI2).....	13
6.5.5.3.1.2.3.3 Funkčný popis zariadenia hrubej indikácie polohy (ZHIP).....	13
6.5.5.3.1.2.4 Funkcia systému RRCS.....	14
6.5.5.3.1.2.4.1 Riadiace funkcie.....	14
6.5.5.3.1.2.4.2 Informačné funkcie.....	14
6.5.5.3.1.2.4.3 Pomocné a diagnostické funkcie.....	15
6.5.5.3.1.2.4.4 Zakázané funkcie.....	15
6.5.5.3.1.2.4.5 Špecifické bezpečnostné funkcie.....	16
6.5.5.3.1.2.5 Elektrické napájanie.....	16
6.5.5.3.1.3 Činnosť obsluhy.....	16
6.5.5.3.1.3.1 Práca na nominálnom výkone.....	16
6.5.5.3.1.3.2 Mimoriadne stavy zariadenia.....	17
6.5.5.3.1.4 Popis prevádzkových stavov.....	17
6.5.5.3.1.4.1 Prevádzkové limity a technologické obmedzenia systému RRCS.....	18
6.5.5.3.1.5 Detailné prvky projektu.....	18
6.5.5.3.1.5.1 Dispozičné riešenie.....	18
6.5.5.3.1.5.2 Štruktúra systému a charakteristiky.....	18
6.5.5.3.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU.....	19
6.5.5.3.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia.....	19
6.5.5.3.2.2 Seizmická odolnosť.....	19
6.5.5.3.2.3 Princípy bezpečného projektovania.....	20
6.5.5.3.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.....	20
6.5.5.3.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.....	20
6.5.5.3.2.3.2.1 Diverzita.....	20
6.5.5.3.2.3.2.2 Oddelenie.....	20
6.5.5.3.2.3.3 Kritérium bezpečnej poruchy.....	21
6.5.5.3.2.3.4 Analýza spoľahlivosti.....	21
6.5.5.3.2.3.5 Kvalifikácia systému.....	21

6.5.5.3.3	BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE .....	22
6.5.5.3.3.1	Preukázanie plnenia legislatívnych požiadaviek .....	22
6.5.5.3.3.2	Bezpečnostné zhodnotenie RRCS .....	25
	LITERATÚRA .....	26
	ZOZNAM PRÍLOH .....	30

## ÚVOD

Kapitola 6.5.5.3 predprevádzkovej bezpečnostnej správy JE MO34 popisuje a z bezpečnostného hľadiska hodnotí na základe dostupných podkladov QA dokumentácie, technologických požiadaviek, vykonávacieho projektu, výrobných dokumentácie, montážnej dokumentácie, výsledkov z FAT skúšok a legislatívnych dokumentov systém skupinového a individuálneho riadenia HRK (RRCS) 3. a 4. bloku jadrovej elektrárne Mochovce.

V kapitole 6.5.5.3 vypracovanej podľa požiadaviek nižšie uvedených dokumentov je uvedený stručný popis systému, jeho architektúra, použité technické prostriedky, bezpečnostné funkcie, činnosti prevádzkového personálu pri rôznych prevádzkových režimoch, bezpečnosť a spoľahlivosť systému a bezpečnostné zhodnotenie systému.

Kapitola bola vypracovaná v súlade s príslušnou legislatívou Zákona č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) o doplnení a zmene niektorých zákonov [II.24]; Vyhláškou ÚJD SR č. 31/2012 Z.z. [II.22] meniacou a doplňujúcou Vyhláškou ÚJD SR č. 58/2008 [II.4], ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovenia dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam; s bezpečnostným návodom ÚJD SR BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy [II.20], pričom bolo prihliadnuté k novému platnému návodu ÚJD SR BNS I.1.2/2014 [II.21]; Vyhláškou ÚJD SR č. 430/2011 [II.7]; Vyhláškou ÚJD SR č. 431/2011 [II.3]; IAEA Safety Standards Series č. GS-G-4.1 [II.8].

## ZOZNAM SKRATIEK

AC	Striedavý prúd
AMC	Analytické meracie centrum
AO1	Rýchle odstavenie reaktora
AO3	Zníženie výkonu reaktora regulačnou skupinou HRK s pracovnou rýchlosťou 20mm/s
AO4	Zákaz pohybu kaziet HRK nahor
AZ	Aktívna zóna reaktora
BD	Bloková dozorňa
BREAKER	Výkonový vypínač rýchleho odstavenia reaktora
BRR	Blok ručného riadenia
CCF	Poruchy so spoločnou príčinou
DC	Jednosmerný prúd
DKP	Dolná koncová poloha
DKV	Dolný koncový vypínač
DPS	Dielčí prevádzkový súbor
DRTS	Diverzitný systém rýchleho odstavenia reaktora
DVP	Dolná vložená poloha
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EPS	Inžiniersky plán a harmonogramy
ESFAS	Systém aktivácie technických prostriedkov zaistenia bezpečnosti
EXCORE	Systém merania neutrónového toku
FAT	Preberacie skúšky systému u výrobcu
GW	Komunikačné rozhranie
HKP	Horná koncová poloha
HKV	Horný koncový vypínač
HMI	Rozhranie človek-stroj
HPK	Hlavný parný kolektor
HRK	Havarijná a regulačná kazeta
HVP	Horná vložená poloha
HW	Hardvér – technické prostriedky
HZ	Hermetická zóna
IEC	Medzinárodná elektrotechnická komisia
I/O	Vstupy/výstupy
INCORE	Systém vnútroreaktorovej kontroly
JE	Jadrová elektrárň
JHÚP	Jímka havarijného úniku pary
LP	Limita a podmienka
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MO34	Jadrová elektrárň Mochovce 3. a 4. blok
N/A	Nedostupné alebo neaplikovateľné
ND	Núdzová dozorňa
PAMS	Pohavarijný monitorovací systém
PC	Personálny počítač
PD	Projektová dokumentácia

PDO	Pult diaľkového ovládania
PELV	Bezpečné veľmi nízke napätie
PICS	Počítačový informačno-riadiaci systém
PIU	Postulovaná iniciačná udalosť
PNVS	Pracovné napájanie vlastnej spotreby
PS	Prevádzkový súbor
PSK	Skrinka pomocných konektorov
PSZ	Prenosné servisné zariadenie
RAID	Redundantné pole nezávislých diskov
RCS	Automatický regulátor výkonu reaktora
RDD	Diaľková distribúcia dát
RDDCU	Diaľková distribúcia dát pre komunikačnú jednotku
RLS	Limitačný systém reaktora
RNVS	Rezervné napájanie vlastnej spotreby
RRCS	Systém skupinového a individuálneho riadenia HRK
RTB	Vypínač rýchleho odstavenia reaktora
RTS	Systém rýchleho odstavenia reaktora
SE	Slovenské elektrárne, a.s.
SICS	Bezpečnostný informačný a riadiaci systém
SJZ	Systém jednotného značenia
SK	Skrinka konektorov
SKR	Systém kontroly a riadenia
SMD	Skriňa monitorovania a diagnostiky
SOK	Skriňa optickej komunikácie
SRM	Skriňa riadenia motorov
SRS	Skriňa riadenia stendu
SP	Snímač polohy HRK
SSD	Skriňa zlučovacích diód
SSIO	Zdroj synchronizovaného vstupu a výstupu
SSIR	Skriňa skupinového a individuálneho riadenia
SSJ	Skriňa zlučovacia a istica
SSN	Skriňa silového napájania
STN	Slovenská technická norma
SU	Skriňa usmerňovača
SVP	Skriňa vyhodnotenia polohy
SW	Softvér
SZN	Systém zaisteného napájania
TCS	Systém riadenia turbíny
TG	Turbogenerátor
T-XS	Teleperm XS
USB	Univerzálna sériová zbernica
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
ÚP	Úvodný projekt
ZHIP	Zariadenie hrubej indikácie polohy
ZoD	Zmluva o dielo



### 6.5.5.3 SYSTÉM SKUPINOVÉHO A INDIVIDUÁLNEHO RIADENIA HRK - RRCS

#### 6.5.5.3.1 POPIS SYSTÉMU

##### 6.5.5.3.1.1 Účel systému

Systém skupinového a individuálneho riadenia pohonov HRK je určený pre reguláciu a zastavenie štiepnej reakcie v aktívnej zóne reaktora v závislosti na ochranných a riadiacich signáloch prichádzajúcich zo systémov RCS, RLS, INCORE, EXCORE a z BREAKER-ov.

Systém RRCS v spolupráci s vyššie uvedenými súvisiacimi systémami umožňuje:

- nábeh reaktora
- ručnú reguláciu výkonu
- automatickú reguláciu výkonu v pracovnom rozsahu
- kompenzáciu zmeny reaktivity v ručnom a automatickom režime
- automatické odstavenie reaktora

##### 6.5.5.3.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti

###### 6.5.5.3.1.2.1 Bezpečnostné funkcie

V súlade s Vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.17] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť“ [I.31] schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.23] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS [III.24], je systém RRCS zaradený medzi systémy so vzťahom k bezpečnosti.

Systém RRCS prispieva k riadeniu reaktivity vo vnútri aktívnej zóny reaktora [II.19] prostredníctvom pohybu regulačných kaziet v závislosti na vstupných riadiacich signáloch:

- signál z BREAKER-ov [I.1] kvôli ktorému sa motory všetkých kaziet odpoja od silového napájania a kazety pôsobením gravitácie spadnú a odstavia reaktor.
- signál zo systému EXCORE [I.1] alebo zo systému obmedzenia výkonu reaktora RLS [I.21] regulačná skupina HRK ide smerom dole s pracovnou rýchlosťou .
- signál zo systému EXCORE [I.1], zo systému obmedzenia výkonu reaktora RLS [I.21] alebo zo systému vnútroreaktorovej kontroly INCORE [I.23]; v tomto prípade je zakázaný pohyb regulačných kaziet nahor.
- signál pádu jednej alebo viacerých riadiacich kaziet do spodného koncového spínača, je pomocou RRCS generovaný signál
- signály od RCS [I.22] na zvýšenie/zníženie výkonu reaktora riadiaca skupina HRK sa pohybuje smerom hore/dole s pracovnou rýchlosťou
- Pohyb skupiny regulačných kaziet na základe príkazov operátora.

###### 6.5.5.3.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia

Zaradenie systému RRCS do kategórie podľa:

- vyhlášky ÚJD SR 50/2006 Z. z. [II.17]

- IAEA SSS No. NS-G-1.6 [II.6]
- STN IEC 61226 [II.12]
- STN IEC 61513 [II.13]

Požiadavky na funkcie a výkonnosť systému RRCS sú odvodené z požiadaviek na funkcie a výkonnosť systémov dôležitých pre bezpečnosť.

Medzi vybrané zariadenia nie sú zahrnuté nasledujúce časti systému RRCS:

- - Skriňa monitorovania a diagnostiky SMD
- 2 - Skriňa riadenia stendu SRS
- - Skriňa konektorov SK
- - Pomocná skrinka konektorov PSK

Podľa vyhlášky 508/2009 Z.z. je systém RRCS klasifikovaný ako vyhradené technické zariadenie. Podľa uvedenej vyhlášky a jej prílohy č.1 je zaradený do vyhradených technických zariadení elektrických skupiny B.

Kritérium EMC je A [I.11].

Podmienky prostredia pre systém RRCS sú podľa [III.21] a jej dodatku [III.22]. Elektronické bloky a moduly umiestnené v skriniach RRCS vyhovujú umiestneniu v prostredí pre aké boli projektované..

#### **6.5.5.3.1.2.3 Popis systému**

Na základe vyššie uvedeného, systém ovládania kaziet HRK (RRCS) je určený pre reguláciu a zastavenie štiepnej reakcie v aktívnej zóne reaktora v závislosti na radiacích signáloch prichádzajúcich od nadväzujúcich systémov.

Vstupné signály prichádzajúce z BREAKER-ov, RLS, RCS, INCORE a EXCORE sa spracovávajú tak, aby boli zabezpečené všetky základné režimy potrebné pre riadenie reaktora, a to:

- Rýchle odstavenie reaktora po príchode vstupného signálu z BREAKER-ov.
- Postupné zasúvanie regulačných kaziet po prijatí signálu zo systému RLS alebo EXCORE.
- Zákaz pohybu regulačných kaziet smerom hore po prijatí signálu zo systému RLS alebo EXCORE alebo INCORE.
- Pohyb regulačnej skupiny HRK pre kompenzáciu vzniknutej regulačnej odchýlky neutrónového toku  $\Delta N$ , alebo odchýlky tlaku  $\Delta p$  v HPK.

Regulačné kaziety sú rozdelené do 6 skupín, z ktorých päť skupín má vždy po šiestich kazetách a šiesta skupina obsahuje sedem kaziet.

Súčasťou každého pohonu regulačnej kazety je snímač polohy, ktorého výstupné signály sa spracovávajú a zobrazujú na pracovisku operátora.

Údaje o signáloch sa spracovávajú v systéme RRCS na základe vopred definovaného algoritmu realizovaného vo forme softvérových balíkov.

Systém RRCS môžeme rozdeliť na dve základné časti: na radiaciu časť a silovú časť.

Riadiacu časť tvoria:

- **Skrine riadenia motorov (SRM):** skrine, ktoré riadia motory regulačných kaziet.
- **Skrine vyhodnotenie polohy (SVP):**
- **Zariadenie hrubej indikácie polohy (ZHIP):** je navrhnuté pre indikáciu hrubej polohy jednotlivej regulačnej kazety .
- **Skrine skupinového a individuálneho riadenia (SSIR):** sú tri nezávislé, galvanicky oddelené kanály skupinového a individuálneho riadenia.

V jednotlivých kanáloch sa spracovávajú logické vstupné signály od RCS, RLS, BREAKER-ov, EXCORE, INCORE a BRR (blok ručného riadenia – vid' nižšie).

- **Skrine optickej komunikácie (SOK):** táto zbiera dáta prevádzkových a diagnostických dát z RRCS.
- **Skríňa monitorovania a diagnostiky (SMD):** zaisťuje pomocnú diagnostiku systému RRCS
- **Zariadenia pultu operátora:** Pult operátora obsahuje:
  - Blok ručného riadenia BRR – na ručné ovládanie systému RRCS..
  - Blok individuálneho výberu (BIV) – slúži k ručnému výberu kazety pre ručné riadenie.
  - Blok indikácií (BI), tvorený z BI-1, ktorý obsahuje segmenty pre zobrazenie pomocných pracovných údajov

Časťou systému RRCS sú tiež:

- **Skrine testovania motora (SRS)** –slúžia pre vykonávanie predpísaných skúšok pohonov regulačných kaziet demontovaných z reaktora.
- **Skrinka konektorov (SK)** – pre pripojovanie. Ďalšie informácie sú uvedené v [I.19].

Pre ďalšie informácie riešenia systému RRCS vid' [I.1].

Spracovanie údajov prebieha vďaka práve popísaným komponentom.

Ďalej sa v individuálnych kanáloch spracovávajú logické vstupné signály zo systémov RCS, RLS, BREAKER-A, BREAKER-B, EXCORE, INCORE a z modulu ručného riadenia BRR.

Zber prevádzkových a diagnostických údajov prebieha v skrini optickej komunikácie;

#### 6.5.5.3.1.2.3.1 Rozhrania RRCS

Systém RRCS je vybavený rozhraniami pre spojenie s nižšie uvedenými externými systémami SKR [I.3]:

- RTB (BREAKER-A, BREAKER-B)
- RLS
- RCS
- INCORE
- EXCORE
- PICS

- TCS
- SICS
- Hlavné hodiny
- AMS

Systém RRCS prijíma ďalej uvedené vstupné signály:

- z BREAKER-A, BREAKER-B signály „AUTOMATICKÉ ODSTAVENIE” pre skupinové riadenie regulačných kaziet HRK,
- z RLS signály „ZNÍŽENIE VÝKONU REAKTORA” pre skupinové riadenie regulačných kaziet HRK,
- z RLS signály „ZÁKAZ POHYBU HRK HORE” pre skupinové riadenie regulačných kaziet HRK,
- z EXCORE signály „ZNÍŽENIE VÝKONU REAKTORA” pre skupinové riadenie regulačných kaziet HRK,
- z EXCORE signály „ZÁKAZ POHYBU HRK HORE” pre skupinové riadenie regulačných kaziet HRK,
- z INCORE signály „ZÁKAZ POHYBU HRK HORE”,
- z RCS signály „POHYB HORE”, „POHYB DOLE”,
- Vstupné signály z panelov operátora:
  - ručne individuálne hore, dole
  - ručne po skupinách hore
  - ručne po skupinách hore,dole
  - prepnutie ručne/automaticky
  - prepnutie riadenia regulačných kaziet HRK individuálne alebo po skupinách
  - blokáda zákazu pohybu regulačných kaziet HRK hore
  - systém rýchleho odstavenia reaktora
  - zníženie výkonu reaktora

Vstupné signály sú binárne signály.

Systém RRCS vysiela ďalej uvedené výstupné signály:

- Výstupné signály z RRCS pôsobiace na akčné členy – pohony regulačných kaziet
- Signály do automatického regulátora výkonu reaktora RCS.
- Signály stavu RRCS a polohy HRK sú privedené na panely operátora.
- Signály polohy HRK sú privedené do systému vnútro-reaktorovej kontroly INCORE.
- Signály sú privedené do systému TCS TG1 a TG2.
- Všetky signály vrátane diagnostických signálov sa prostredníctvom redundantných GW privádzajú do PICS.

### **6.5.5.3.1.2.3.2 Štruktúra systému týkajúca sa vizualizácie rozhrania človek – stroj HMI**

#### **6.5.5.3.1.2.3.2.1 Pult operátora**

Zariadenia pultu operátora sa nachádzajú v miestnosti určenej pre operátora. Tieto zariadenia slúžia ako rozhranie človek – stroj medzi operátorom a systémom RRCS.

Pult operátora je napájaný z napájacích skriň systému RRCS.

Pult operátora obsahuje tieto bloky:

- Blok ručného riadenia (BRR).
- Blok individuálneho výberu (BIV).
- Blok indikácií 1 (BI).
- Blok indikácií 2 (BI2).

#### **6.5.5.3.1.2.3.2.2 Blok ručného riadenia (BRR)**

Blok ručného riadenia slúži na ručné riadenie systému RRCS.

Režim ručného riadenia jednej zvolenej havarijnej, regulačnej a kompenzačnej kazety umožňuje operátorovi realizovať zmeny polohy skupiny bez vplyvu na ostatné skupiny kaziet a bez ohľadu na polohu týchto skupín [I.17].

#### **6.5.5.3.1.2.3.2.3 Blok individuálneho výberu (BIV)**

Blok individuálneho výberu slúži pre ručný výber kazety pre režim ručného riadenia..

#### **6.5.5.3.1.2.3.2.4 Blok indikácií (BI)**

Blok indikácií sa skladá z dvoch samostatných častí – Blok indikácií 1 (BI1) a Blok indikácií 2 (BI2).

#### **6.5.5.3.1.2.3.2.5 Blok indikácií 1 (BI1)**

Blok indikácií 1 obsahuje displej z LED segmentov využívaný na zobrazovanie pomocných pracovných údajov .

#### **6.5.5.3.1.2.3.2.6 Blok indikácií 2 (BI2)**

Blok indikácií 2 obsahuje displej pre doplnkové informácie určené operátorovi.

#### **6.5.5.3.1.2.3.3 Funkčný popis zariadenia hrubej indikácie polohy (ZHIP)**

Zariadenie hrubej indikácie polohy je navrhnuté tak, aby ukazovalo hrubú polohu HRK na pracovisku operátora. Zariadenie sa nachádza v informačnej časti panela.

Na sedem segmentovom displeji bloku indikácií sa zobrazuje symbol aktuálnej zóny, ktorý je vysoký 38 mm a svieti zelenou farbou.

Blok indikácie polohy umožňuje rozlišovať polohu HRK na mechanickom doraze a na koncovom vypínači.

#### 6.5.5.3.1.2.4 Funkcia systému RRCS

System RRCS umožňuje riadiť reaktivitu vnútri aktívnej zóny reaktora tým, že vykonáva rad funkcií, ktoré môžeme rozdeliť do štyroch skupín: riadiace, informačné, diagnostické a zakázané funkcie.

##### 6.5.5.3.1.2.4.1 Riadiace funkcie

Riadiacimi funkciami RRCS sú tie funkcie, ktoré zaručujú fyzický pohyb kaziet HRK do aktívnej zóny reaktora. Vydávajú ich automaticky iné systémy alebo operátori na dozorniach.

System RRCS môže:

- Pohybovať skupinami regulačných kaziet:
  - o V pevne stanovenej projektovej postupnosti, buď na príkaz operátora, alebo na príkaz z RCS.
  - o Postupne, pracovnou rýchlosťou v projektovej postupnosti na základe prijatia signálov RCS a RLS
  - o Jednotlivo, keď skupinu výslovne pre tento účel navolí operátor.
  - o Túto voľbu vykoná operátor navolením prepínača „VOLBA SKUPINY“ do režimu ručného riadenia.

##### 6.5.5.3.1.2.4.2 Informačné funkcie

Informačnými funkciami systému RRCS sú tie funkcie, ktoré umožňujú vyhodnocovať a zobrazovať vybrané parametre do súvisiacich vzájomne prepojených systémov.

System RRCS umožňuje:

- Vyhodnocovať hrubú (alebo jemnú) polohu každej kazety v rámci jej pracovného rozsahu od dolného po horný koncový vypínač. Toto vyhodnocovanie je možné rozdeliť do desiatich zón a dvoch koncových polôh a vykonáva sa na základe signálov prichádzajúcich zo spracovania polohy snímača. Potom sa číselne zobrazuje hrubá poloha každej kazety na paneli na dozorniach. Jemná poloha sa zobrazuje pre každú skupinu (ako stredná hodnota) a pre jednotlivú kazetu na pulte operátora, buď ako číslo, alebo ako stĺpcový diagram. Hrubá aj jemná poloha každej kazety sa potom posiela do systému INCORE [I.29].
- Merať dobu pádu každej kazety s možnosťou prepočtu rýchlosti pádu po dĺžke pracovného zdvihu.
- Vydávať signál operátorovi v prípade, že sa zistí rozpor medzi polohami jednotlivkej kazety a strednou hodnotou platnou pre skupinu.
- Zobrazovať informácie o realizácii príkazov operátora na pohyb skupiny kaziet, kazety navolenej do režimu individuálneho riadenia a o realizácii príkazov z RCS a RLS. Tieto informácie sa zobrazujú na pulte operátora (blok indikácií) vo forme podsvietených šípok ▲ alebo ▼.
- Posielať informácie o manipuláciách operátora pomocou prepínačov, aby spôsobili pohyb skupiny kaziet alebo kazety navolenej do režimu individuálneho riadenia, do PICS.
- Posielať informácie o poruchách systému do PICS.
- Zobrazovať na pulte operátora:

- Číslo pracovnej skupiny kaziet navolených do režimu automatického riadenia z RCS (blok indikácií BI).
- Číslo skupiny kaziet navolenej do režimu ručného riadenia (blok indikácií BI).
- Súradnice kazety navolenej do režimu individuálneho riadenia (blok indikácií BI).

#### **6.5.5.3.1.2.4.3 Pomocné a diagnostické funkcie**

Systém RRCS obsahuje dvojúrovňový diagnostický systém, ktorý poskytuje obslužnému a údržbárskemu personálu všetky potrebné informácie o stave systému. Systém RRCS vykonáva najmä:

- Automatickú kontrolu prevádzkyschopnosti jednotlivých častí systému realizovanú HW aj SW prostriedkami, aby verifikovala:
  - Stav napájacích sietí (napätie).
  - Prítomnosť elektronických jednotiek a blokov na svojich miestach.
  - Neporušiteľnosť vedenia k snímačom a k motorom.
  - Prevádzkyschopnosť ventilátorov.
- Nepretržitú kontrolu a zobrazenie prevádzkového stavu systému.
- Registráciu a signalizáciu porúch systému, napr. registráciu poruchových signálov (stavov) jednotlivých častí systému.
- Kontrolu prevádzkyschopnosti jednotlivých mikropočítačových jednotiek a blokov prostredníctvom vierohodnosti prijatých dát.
- Kontrolu prevádzkyschopnosti jednotlivých komunikačných liniek.
- Signalizáciu porúch jednotlivých častí svietiacimi diódami červenej farby.
- Generovanie sumárneho signálu o poruche.
- Zber, spracovanie a zobrazenie dát, povelov a riadiacich signálov v grafickej forme na monitore skrine monitorovania a diagnostiky.
- Grafické zobrazenie informácií o stave jednotlivých podsystémov systému RRCS na monitore skrine monitorovania a diagnostiky.
- Ukladanie dát o páde kazety.
- Informačnú podporu skúšok pohonov HRK. Skúšky pohonov je možné realizovať v režime individuálneho alebo skupinového riadenia. Programové vybavenie skrine monitorovania a diagnostiky zabezpečuje registráciu všetkých dát prijatých od jednotlivých kanálov skriň SRM a SVP.

Táto dvojúrovňová diagnostika značne zjednodušuje lokalizáciu poruchy a z tohto dôvodu skraca čas potrebný na jej zafixovanie.

#### **6.5.5.3.1.2.4.4 Zakázané funkcie**

Softvérové a technické riešenie systému RRCS zakazuje (a vylučuje):

- Súčasný pohyb dvoch (alebo viacerých) skupín kaziet
- Súčasnú voľbu viac než jednej skupiny kaziet do režimu ručného riadenia.
- Súčasnú voľbu viac než jednej kazety do režimu ručného riadenia.
- Súčasný pohyb kazety a skupiny, do ktorej táto kazeta nepatrí.
- Neriadené pohyby.
- Špecifikácia iných pracovných rýchlostí než sú tie, ktoré sú povolené technickými podmienkami.

#### **6.5.5.3.1.2.4.5 Špecifické bezpečnostné funkcie**

Funkcia rýchleho automatického odstavenia reaktora je vykonávaná pomocou BREAKER-ov RRCS zaisťuje diverzitný spôsob odstavenia reaktora.

#### **6.5.5.3.1.2.5 Elektrické napájanie**

Elektrické napájanie silovej časti je zabezpečené z existujúcich pomocnej napäťovej sústavy:

- 2-220V/IT, inštalovanej v skrinách silového napájania SSN-A a SSN-B.
- Sieť 2-48V/IT sa skladá zo systému riadených usmerňovačov inštalovaných v skrinách usmerňovačov SU .
- Sieť 2~50Hz, 230V/IT je inštalovaná v skrini výberu rezervy SVR .
- Logická časť systému RRCS je napájaná z existujúcej siete napäťovej sústavy 3PEN~50Hz 400V/TN-C.

Silová časť systému RRCS (skrine SSN) je napájaná:

- Prívodmi z úsekových rozvádzačov normálnych pracovných zdrojov III. kategórie..
- SZN6 (III/I. kategórie), ktorý sa skladá z úsekového rozvádzača 220V DC usmerňovača 220V DC,) a batérie 220V DC.batéria je normálne v režime trvalého dobíjania.

#### **6.5.5.3.1.3 Činnosť obsluhy**

##### **6.5.5.3.1.3.1 Práca na nominálnom výkone**

- Obsluhu a kontrolu systému RRCS počas jeho prevádzky zaisťuje pracovník SKR s periodicitou určenou v interných predpisoch prevádzkovateľa, obsluhu a kontrolu pultu operátora zaisťuje operátor reaktora.
- V rámci preventívnej údržby sú realizované nasledujúce činnosti:
  - Trvalá prevádzka dvojúrovňovej diagnostiky – autodiagnostika jednotlivých častí, zber, spracovanie a zobrazenie dát a parametrov na displeji PC a archivácia dát na systéme paralelných diskov RAID.
  - Vizuálna obhliadka zariadenia.



- Periodické skúšky systému RRCS počas odstávky blokov JE.

#### 6.5.5.3.1.3.2 Mimoriadne stavy zariadenia

Každá porucha systému RRCS je signalizovaná na hornom table skrine SMD (30 LED signálov) a na pulte operátora BD (ak sa nejedná o stratu údajov na BD). Správy o poruchách – alarmy sú zobrazované na displeji skrine SMD. Každý alarm má pridelený kód poruchy. Po riešení situácie musí byť záznam o poruche skontrolovaný. .

SMD plní tieto hlavné funkcie:

- Detekcia a signalizácia porúch vzniknutých v systéme RRCS a prijímaných buď pomocou logických vstupov, alebo cez komunikačné linky od ostatných častí systému (príjem signálov je v skrini SOK).
- Zber, predspracovanie a zobrazenie meraných dát.
- Zobrazenie povelov a riadiacich signálov.
- Archivácia vybraných dát a poruchových hlásení.
- Zobrazenie, vyhodnotenie a archivácia dôležitých dát v priebehu skúšok jednotlivých pohonov alebo skupín pohonov.

Každá porucha systému je registrovaná ako alarm (chybové hlásenie) v skrini SMD. Alarmy sú zobrazené na displeji PC.

Alarmy, ich charakter a príčiny a postup odstránenia sú časťou manipulačného predpisu systému RRCS. Ich identifikáciu a odstránenie zabezpečuje pracovník SKR zodpovedný za prevádzku systému RRCS

#### 6.5.5.3.1.4 Popis prevádzkových stavov

Aby boli zabezpečené všetky základné režimy, ktoré sú potrebné na riadenie reaktora, systém RRCS vykonáva ďalej uvedené funkcie:

##### **Funkcie, ktoré systém RRCS vykonáva individuálne**

- Vyhodnocovanie polohy všetkých kaziet HRK na základe signálov zo snímačov polohy
- Zobrazovanie polohy všetkých kaziet HRK na dozorniacich
- Pohyb kazety navolenej pre individuálne riadenie na základe príkazu operátora
- Pohyb vybranej skupiny kaziet na základe príkazu operátora
- Posielanie signálov polohy jednotlivých kaziet HRK do INCORE
- Posielanie signálov do RCS
- Posielanie povelu o potvrdení signálov HORE/DOLE do RCS
- Posielanie redundantných signálov do TCS

##### **Funkcie, ktoré systém RRCS vykonáva na základe prijatých príkazov**

- Rýchle automatické odstavenie reaktora. Signály z BREAKER-ov spôsobia odpojenie silového napájania motorov a pád všetkých kaziet.

- Signály zo systémov EXCORE alebo RLS spôsobia pohyb jednotlivých skupín kaziet HRK v projektovej postupnosti smerom dole..
- Signály zo systémov EXCORE alebo RLS alebo INCORE spôsobia zákaz pohybu regulačných kaziet smerom hore (zvýšenie reaktivity).
- Pohyb 6. skupiny regulačných kaziet HRK po vstupe signálu zo systému RCS.
- Pôsobenie systému RCS: „HORE/DOLE“ – regulácia výkonu reaktora v režimoch “N”, “T”, “S”

#### **6.5.5.3.1.4.1 Prevádzkové limity a technologické obmedzenia systému RRCS**

Systém RRCS je funkčný pred nábehom bloku, v režime nábehu bloku a v priebehu normálnej a abnormálnej v režimoch 1 až 5. Časť systému RRCS určená na skúšky pohonov regulačných kaziet HRK je funkčná aj v priebehu odstavenia bloku – v režime 6.

Systém RRCS spĺňa limity a podmienky uvedené v dokumente 3LP/1001, 4LP1001 – Limity a podmienky bezpečnej prevádzky [I.10],.

- Pre prevádzkové režimy 1, 2, 3 a 4 - kapitola 3.3.5.
- Pre prevádzkové režimy 1, 2 alebo 2 počas fyzikálneho a energetického spúšťania alebo po výmene paliva počas uvádzania bloku do prevádzky, kapitola 3.1.

#### **6.5.5.3.1.5 Detailné prvky projektu**

##### **6.5.5.3.1.5.1 Dispozičné riešenie**

Skrine RRCS sú na 3. bloku umiestnené v miestnostiach HVB. č

Pult operátora s príslušnými blokmi systému RRCS a zariadenie ZHIP sú umiestnené na pracovisku operátora.

Zariadenie ZHIP systému RRCS je umiestnené na záložnom pracovisku operátora.

##### **6.5.5.3.1.5.2 Štruktúra systému a charakteristiky**

Celkovo sa systém RRCS na každom bloku skladá zo skríň a dvoch malých skriniek (používajú sa pri testovaní pohonov regulačných kaziet HRK).

### 6.5.5.3.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU

#### 6.5.5.3.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Navrhnuté riešenie systému RRCS je v súlade s požiadavkami na funkcie a signály k nim určené technologickým zadaním [III.1].

Najdôležitejšie zákony, vyhlášky, normy a návody, ktoré boli použité v riešení pre splnenie legislatívnych a normatívnych požiadaviek:

- Zákon č. 541/2004 Z.z.
- Vyhl. č. 50/2006 Z.z. ÚJD SR
- Vyhl. č. 430/2011 Z.z. ÚJD SR
- Vyhl. č. 431/2011 Z.z. ÚJD SR
- Bezpečnostné štandardy IAEA
  - Bezpečnostné požiadavky IAEA NS-R-1
  - Návod IAEA NS-G-1.2
  - Návod IAEA NS-G-1.3
- STN IEC 61226
- STN IEC 61513
- STN IEC 60780
- STN EN 62138

Na základe Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.7], §3, resp. Príloha č.1 (ods. III j) pre vybrané zariadenia systému RRCS nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s Vyhláškou č. 50/2006 Z.z.

Plán a požiadavky na kvalitu vybraného zariadenia systému RRCS sú popísané v dokumentoch [I.7], [I.1]. Kvalifikačné požiadavky na systém RRCS sú uvedené v dokumente [I.11].

#### 6.5.5.3.2.2 Seizmická odolnosť

Systém RRCS je podľa IAEA SSS No. NS-G-1.6 zaradený do seizmickej kategórie 2a, z čoho vyplýva, že systém RRCS nemusí byť funkčný v priebehu a po seizmickej udalosti, ale konštrukcie a komponenty systému nespôsobia v dôsledku seizmických interakcií priamo alebo sprostredkovane stratu funkčnosti, pevnosti, hermetickosti alebo stabilitu polohy konštrukcií, systémov a komponentov zaradených do kategórie 1.

Seizmická odolnosť systému RRCS je overená plnením kvalifikačných požiadaviek v dokumente [I.1].

### 6.5.5.3.2.3 Princípy bezpečného projektovania

V súlade s [I.14], medzinárodnými normami a odporúčaniami IAEA v NS-G-1.3 je od systému RRCS požadované nasledovné:

#### 6.5.5.3.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy

1) Splnenie kritéria jednoduchej poruchy

Kritérium jednoduchej poruchy je splnené štruktúrou systému RRCS – 3-kanálový systém a redundancia častí systému.

2) Požiadavky na redundanciu

Systém RRCS je v častiach, ktoré sa priamo viažu na vykonávanie funkcií pohybu HRK, riešený redundantne.

#### 6.5.5.3.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Účinkom porúch a prechodových javov v napájacej sieti je zabránené pomocou batérií SZN .

##### 6.5.5.3.2.3.2.1 Diverzita

Nie sú požiadavky na diverzitu.

##### 6.5.5.3.2.3.2.2 Oddelenie

###### Nezávislosť systému

Z hľadiska nezávislosti je systém RRCS navrhnutý s fyzickou a funkčnou nezávislosťou jednotlivých kanálov a redundanciou častí systému tak, že žiadna jednoduchá porucha nespôsobí stratu funkcií obmedzovania alebo znižovania výkonu reaktora ani falošné zapôsobenie systému RRCS.

Spôsob prepojenia na ostatné systémy je realizovaný takým spôsobom, že porucha v systémoch nižšej bezpečnostnej kategórie nemôže ovplyvniť funkčnosť systému RRCS.

Nezávislosť komponentov systému RRCS na účinkoch počas PIU a po nej je zabezpečená kvalifikáciou odolnosti systému a komponentov doloženej certifikátmi [I.6], [I.7].

###### Funkčná izolácia

Systém RRCS je schopný plniť svoje funkcie bez väzby na externé systémy (zariadenia).

###### Fyzická separácia

Separácia systému RRCS je riešená funkčnou a fyzickou nezávislosťou na úrovniach:

- 1) systém RRCS vo väzbe na externé systémy – galvanické oddelenie, optické oddelenie
- 2) redundantná štruktúra častí systému RRCS

Systém RRCS je v častiach, ktoré sa priamo viažu na vykonávanie funkcií pohybu HRK, riešený redundantne.

- 3) 3-kanálový systém RRCS (výber 2 z 3)

Systém RRCS spĺňa požiadavky fyzického oddelenia podľa dokumentov [I.1], [II.12].

#### **6.5.5.3.2.3.3 Kritérium bezpečnej poruchy**

V prípade poruchy v jednotke PLC alebo elektronickej dosky v jednom kanáli je výber znížený na 2 z 2 a pohyb regulačných kaziet podľa prichádzajúcich povelov zostane zaistený.

System podlieha programu normálnej údržby [I.8].

#### **6.5.5.3.2.3.4 Analýza spoľahlivosti**

Spoľahlivosť systému RRCS bola analyzovaná a komentovaná v [I.1]. Kritériá boli vybrané podľa ich dopadu na jadrovú bezpečnosť.

#### **6.5.5.3.2.3.5 Kvalifikácia systému**

Zariadenia systému RRCS kategórie B spĺňajú všetky požiadavky na funkčnosť, výkonnosť, spoľahlivosť, odolnosť voči prostrediu, zaistenie kvality a riadenie kvality, ktoré sú stanovené normou [II.12] a súvisiacimi normami. Dokladovanie funkčných vlastností a odolnosti voči prostrediu je preukázané výsledkami typových skúšok. Hardvér a softvér sú kvalifikované v súlade s normami určenými pre digitálne SKR a v súlade s požiadavkami na kvalifikáciu.

Kvalifikácia systému RRCS je tiež preukázaná na konkrétne podmienky prostredia v priestoroch MO34, v ktorých je systém umiestnený.

### 6.5.5.3.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE

Z dôvodov uvedených v kapitole 6.5.5.3.1.2 sú na systém RRCS uplatňované požiadavky definované vo Vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.17]. Posúdenie plnenia požiadaviek platnej Vyhlášky ÚJD SR č.430/2011 Z.z. [II.7] voči požiadavkám Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.17] je uvedené v kapitole 6.5.5.3.3.2.

#### 6.5.5.3.3.1 Preukázanie plnenia legislatívnych požiadaviek

Na bezpečnostné hodnotenie RRCS sú použité požiadavky z Prílohy 3, časť B, I.L. z Vyhlášky č. 430/2011 Z.z.:

*(1) Bezpečnostné systémy sa musia projektovať s najvyššou dosiahnuteľnou funkčnou spoľahlivosťou, zálohovaním a nezávislosťou jednotlivých kanálov tak, aby jednoduchá porucha*

- a) nespôsobilá stratu ochrannej funkcie systému,*
- b) neznížila počet nezávislých meracích a informačných kanálov týchto systémov na jeden.*

**Splnené** – Splnenie tohto kritéria bolo dosiahnuté implementáciou systému ako trojkanálového systému s následnou výberovou logikou 2 z 3 medzi kanálmi a s redundanciou v systémových častiach, ktoré sú priamo spojené s výkonom funkcií pohybu regulačných kaziet: dvojité komunikačné siete, každý prepínač na ovládanie pohybu regulačných kaziet je zložený z troch častí, meniče na napájanie motorov majú redundantné napájanie.

Toto riešenie zaisťuje, že:

- jednoduchá porucha nespôsobí poruchu funkcie systému počas prevádzky, údržby a opravy,
- jednoduchá porucha nespôsobí zníženie počtu meracích a informačných kanálov na jeden kanál,
- jednoduchá porucha nespôsobí falošné zapracovanie počas prevádzky, údržby a skúšok,
- porucha jedného napájacieho kanálu nespôsobí stratu napájania meničov pre napájanie motorov.

*(2) Bezpečnostný systém musí umožňovať periodické skúšky funkcie jednotlivých nezávislých informačných kanálov pri normálnej prevádzke a vyskúšanie ich spoločných obvodov pri odstavenom jadrovom zariadení. Tieto spoločné obvody sa musia projektovať tak, aby ich možné poruchy viedli nanajvyš k odstaveniu jadrového zariadenia, a nie k strate ich ochrannej funkcie.*

**Splnené** – Systém RRCS je vybavený kompletným diagnostickým a testovacím systémom. Navyše, ako je vysvetlené v požiadavke vyššie, trojkanálová štruktúra systému umožňuje skúšku kanála počas normálnej prevádzky bloku bez straty funkčnosti systému. Keď je reaktor odstavený, potom je možné testovať celý systém alebo jeho spoločné časti.

*(3) Bezpečnostný systém sa musí navrhnuť tak, aby účinnosť systému ochrany nemohla byť zrušená nesprávnym zásahom, správne zásahy však nesmie obmedzovať.*

**Splnené** – Funkcie sú vykonávané systémom automaticky bez potreby zásahu operátora. Operátor môže riadiť regulačné kazety ručne, ale výberová logika zaisťuje výber požiadavky najvyššej priority.

*(4) Bezpečnostný systém sa musí navrhnuť tak, aby účinky podmienok pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách na záložné kanály systému nespôsobili stratu jeho funkčnosti, v opačnom prípade sa musí preukázať jeho spoľahlivosť na inom princípe.*

**Splnené** – Systém RRCS je naprojektovaný tak, aby bol funkčný pred spustením bloku a počas normálnej a abnormálnej prevádzky. Časť systému RRCS navrhnutá na testovanie pohonov HRK je funkčná takisto počas odstavenia bloku. Systém RRCS spĺňa limity a podmienky uvedené v dokumente 3LP/1001 – Limity a podmienky bezpečnej prevádzky [I.10]. Táto požiadavka je preto splnená projektom samotného systému RRCS.

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

**Splnené** – Zariadenie systému RRCS podlieha FAT program ako je zdokumentované v [I.12], výsledky FAT testov a súlad zariadenia s požiadavkami je zdokumentovaný v [I.1]. Ako vybrané zariadenie systém RRCS podlieha PLKVZ [I.6] „Plán kvality vybraných zariadení - 1. etapa RRCS, DPS3(4).10.01“, PNM34206640; [I.7] „Plán kvality vybraných zariadení - 2. etapa systému RRCS pre blok 3, DPS3.10.01“, PNM34206641.

(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** – Požadovaná úroveň spoľahlivosti systému RRCS bola dosiahnutá návrhom príslušnej štruktúry v etape vykonávacieho projektu a výberom vhodných HW a SW komponentov. Spoľahlivosť bola potvrdená analýzou spoľahlivosti pre systém RRCS.

- vid' [I.1] „Vykonávací projekt RRCS DPS 3.10.01 Technická správa pre systém RRCS“.

(10) *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** - Celkový proces od projektu po dodávku, testovanie a riadenie zmien bol zdokumentovaný podľa dokumentácie kvality s výstupmi vo forme analýz a správ pre oddelené etapy projektu.

- vid' [I.1] „Prováděcí projekt RRCS DPS 3.10.01 Technická zpráva pro systém RRCS“, [I.6] Plán kvality vybraného zařízení – 1. etapa návrhu RRCS, DPS3(4).10.01 [I.7] „Plán kvality vybraného zařízení – 2. etapa – RRCS pro 3. blok, DPS 3.10.01 [I.8] „Plán kontrol a zkoušek – výroba RRCS pro 3. blok“, [I.9] „RRCS Kvalifikační specifikace (3. blok), DPS 3.10.01“ [I.11] „Kvalifikační dokumentace RRCS“ [I.12] „RRCS Program zkoušek FAT (3. blok)“.

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

**Splnené** – HW a SW komponenty systému RRCS boli kvalifikované na dané použitie, ako je to zdokumentované v [I.6] „Plán kvality vybraného zařízení – 1. etapa návrhu RRCS, DPS3(4).10.01“, [I.7] „Plán kvality vybraného zařízení – 2. etapa - RRCS pro 3. blok, DPS3.10.01“.

(13) *Ak nemožno preukázať existenciu dostatočného množstva údajov z prevádzkových činností rovnakých systémov použitých v podobných prípadoch, musí sa prijať konzervatívna úroveň spoľahlivosti predpokladaná v analýze bezpečnosti počítačového systému.*

**Splnené** – Systém RRCS je prevádzkovaný na všetkých štyroch blokoch JE Dukovany a je realizovaný pomocou identických HW a SW prostriedkov. Navyše, požiadavky na spoľahlivosť pre systém RRCS sú splnené, ako je zdokumentované v 6.5.5.3.2.3.

*(14) 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 riadiacich systémov neovplyvnila bezpečnostné funkcie..*

**Splnené** - Systém RRCS je nezávislý na riadiacich systémoch s nižšou úrovňou dôležitosti jadrovej bezpečnosti. Systém RRCS bol naprojektovaný tak, aby zaistil funkčnú nezávislosť a fyzickú separáciu od iných systémov. Systém RRCS zaistil galvanické a optické oddelenie v nadväznosti na vonkajšie systémy - vid' [I.24] „System specification, (Špecifikácia SKR)“ [I.25] „Concept for Interfaces between I&C Systems, (Koncept rozhraní medzi systémami SKR)“ [I.26] „Interlock between HMI'S (PICS, SICS, BD, ND, Local Controls, (Blokovanie medzi HMI (PICS, SICS, BD, ND, miestne ovládanie)“.

*15) 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** – Systém RRCS je naprojektovaný, aby vykonával svoje funkcie automaticky. Avšak operátor môže ručne riadiť kazety HRK, ale výberová logika zaistí výber požiadaviek najvyššej priority. Informácie o systéme sú dostupné na paneloch SICS a v PICS.

*(19) Riadiace systémy sa musia projektovať tak, aby poskytovali požadované signály o odchýlkach dôležitých prevádzkových parametrov a procesov od prípustných medzí.*

**Splnené** – Signály odchýlok dôležitých parametrov je možné monitorovať na mozaike diagnostiky a porúch skrine SMD, na pulte operátora na BD a na monitoroch PICS. Signály odchýlok sú vedené prostredníctvom redundantných gatewayov do PICS, kde sú signály následne prezentované, spracované a archivované.

- vid' [I.1] „Prováděcí projekt RRCS DPS 3.10.01 Technická zpráva pro systém RRCS“ [I.27] „General Alarm Concept“, (Koncept celkovej havarijnej a výstražnej signalizácie).

*(20) 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** – Systém RRCS poskytuje signály ohľadne stavu systému a stavy o polohe kaziet HRK na panely v BD a ND a na pult operátora na BD. Všetky signály – vstupné, výstupné, hodnoty premenných, signály o stave, signály alarmov a diagnostiky (signalizácia a zobrazovanie na mozaike a zobrazenie na displeji skrine SMD) sú vedené prostredníctvom redundantných gatewayov do PICS, kde sú signály následne prezentované, spracované a archivované.

- vid' [I.1] „Prováděcí projekt RRCS DPS 3.10.01 Technická zpráva pro systém RRCS“ [I.27] „General Alarm Concept“, (Koncept celkovej havarijnej a výstražnej signalizácie).

*(21) Riadiace systémy musia priebežne v pravidelných intervaloch alebo podľa potreby zaznamenávať parametre, ktoré sú podľa analýz bezpečnosti dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti.*

**Splnené** – Všetky relevantné signály – vstupné, výstupné, hodnoty premenných, signály o stave, signály alarmov a diagnostiky (signalizácia a zobrazovanie na mozaike a zobrazenie na displeji skrine



SMD) sú vedené prostredníctvom redundantných gatewayov do PICS, kde sú signály následne prezentované, spracované a archivované.

### 6.5.5.3.2 Bezpečnostné zhodnotenie RRCS

Navrhnuté riešenie systému RRCS je v súlade s požiadavkami na funkcie a signály k nim určené technologickým zadaním [III.1] a vykonávacím projektom [I.1] .

Riešenie obsiahnuté vo vykonávacom projekte je genericky overené.

Spracovanie projektovej, technickej a bezpečnostnej dokumentácie, výroba a montáž sú vykonávané v zmysle:

- Zákona č. 541/2004 Z.z.
- Zákona č. 124/2006 Z.z.
- Vyhlášky 431/2011 Z.z. – ÚJD SR
- Vyhlášky 50/2006 Z.z. – ÚJD SR
- Vyhlášky 31/2012 Z.z. – ÚJD SR
- Vyhlášky č. 508/2009 Z.z.
- Návod č. PNM34080200

Poznámka:

Na základe Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.7], §3, resp. Príloha č.1 (ods. III j) pre vybrané zariadenia systému RRCS nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s Vyhláškou č. 50/2006 Z.z [II.17].

Z vyššie uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap.6.5.5.3.1.2 vyplýva, že zariadenia RRCS požiadavky platnej Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.7] spĺňajú.

Pre vybrané zariadenia vypracoval projektant plány kvality v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 431/2011, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách dokumentácie 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 [I.6], [I.7], [I.8], [I.9].

Zariadenia systému RRCS kategórie B spĺňajú všetky požiadavky na funkčnosť, výkonnosť, spoľahlivosť, odolnosť voči prostrediu, zaistenie kvality a riadenie kvality, ktoré sú stanovené normou [II.12] a súvisiacimi normami. Požiadavky na kvalifikáciu pozostávajú zo stanovenia kvalifikačných požiadaviek, preukázania a dokladovania plnenia kvalifikačných požiadaviek. Proces kvalifikácie je popísaný v literatúre [III.10]. Dokladovanie funkčných vlastností a odolnosti voči prostrediu je preukázané výsledkami typových skúšok. Hardvér a softvér sú kvalifikované v súlade s normami určenými pre digitálne SKR a v súlade s požiadavkami na kvalifikáciu.

Kvalifikácia systému RRCS je tiež preukázaná na konkrétne podmienky prostredia v priestoroch MO34, v ktorých je systém umiestnený.

Systém riadenia konfigurácie je zosúladený so systémom zabezpečenia kvality.

Systém RRCS je schopný plniť v projekte stanovené funkcie vo všetkých uvažovaných režimoch, interných a externých vplyvoch.

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

- [I.1] Prováděcí projekt RRCS DPS 3.10.01 Technická zpráva pro systém RRCS,
- [I.2] Koncepční řešení systému RRCS,
- [I.3] Interface (rozhraní) systému RRCS,
- [I.4] PpBS EMO 1, 2 arch.č.254/97 Sign. 5986 z 12.12.1997
- [I.5] Prevádzkový predpis 6-BSP-001: Bezpečnostná správa JE V2, 1. vydanie 11/2008
- [I.6] Plán kvality vybraného zařízení – 1. etapa návrhu RRCS, DPS3(4).10.01,
- [I.7] Plán kvality vybraného zařízení – 2. etapa - RRCS pro 3. blok, DPS3.10.01,
- [I.8] Plán kontrol a zkoušek – výroba RRCS pro 3. blok,
- [I.9] RRCS Kvalifikační specifikace (3. blok), DPS3.10.01,
- [I.10] Limity a podmienky bezpečnej prevádzky 3LP/1001,
- [I.11] Kvalifikační dokumentace RRCS,
- [I.12] RRCS Program zkoušek FAT (3. blok),
- [I.13] RRCS Skříň monitorování a diagnostiky (SMK) – STD,
- [I.14] RRCS Skříň skupinového a individuálního řízení (SSIR) – STD,
- [I.15] PpBS MO34 Kapitola 06.05 Systémy kontroly a riadenia,
- [I.16] Návod pre dodávateľov ohľadne zhody s požiadavkami predpis bezpečnosti technických zariadení počas navrhovania, výroby a výstavby zariadení a systémov JE Mochovce 3&4 a ich uvádzania do prevádzky,
- [I.17] Pult operátora: Technický popis; Návod na obsluhu a bezpečné používaní; Program provozních kontrol – STD,
- [I.18] Limity a podmienky bezpečnej prevádzky 4LP/1001,
- [I.19] Skříňka konektorů SK, DPS 3.10.01,
- [I.20] Technologický predpis 3TP/6001 Systém skupinového a individuálneho riadenia HRK – RRCS a systém RTB
- [I.21] Kapitola 06.05.05.05 – Limitačný systém reaktora – RLS,
- [I.22] Kapitola 06.05.02 Systém automatických ochrán reaktora (RTS/DRTS, EXCORE, SMS, RTB),
- [I.22] Kapitola 06.05.05.04 Automatický regulátor výkonu reaktora – RCS,
- [I.23] Kapitola 06.05.05.06 Systém vnútroreaktorovej kontroly – Incore,
- [I.24] System specification, Špecifikácia SKR,
- [I.25] Concept for Interfaces between I&C Systems, , (Koncept rozhraní medzi systémami SKR)

- [I.26] Interlock between HMI's (PICS, SICS, MCR, ECR, Local Controls) Systémy vo väzbe na HMI (PICS, SICS, BD, ND, miestne ovládanie)
- [I.27] General Alarm Concept, (Všeobecný koncept pre signalizáciu)
- [I.28] Control Room Layout (Overall), (Dispozičné riešenie blokových dozorní (celkové))
- [I.29] Prováděcí projekt DPS 3.10.01 – RRCS, RRCS Seznam signálů (3.blok),
- [I.30] Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochcovce,
- [I.31] Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť,

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

- [II.1] Zákon č. 124/2006 Z.z. Zákon o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci
- [II.2] Vyhláška 34/2012 Z.z. ÚJD SR Vyhláška o odbornej spôsobilosti
- [II.3] Vyhláška 431/2011 Z.z. ÚJD SR – Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky zo 16. novembra 2011 o systéme manažérstva kvality
- [II.4] 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.5] Vyhláška 508/2009 Z.z. Vyhláška, ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami elektrickými, tlakovými, plynovými a zdvíhacími a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené
- [II.6] IAEA SAFETY GUIDE, No. NS-G-1.6 Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants, Viedeň, November 2003
- [II.7] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.8] 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.9] STN EN 60439-1 Rozvádzače nn – Časť 1: Typovo skúšané a čiastočne typovo skúšané rozvádzače
- [II.10] STN IEC 60980 Odporúčené spôsoby overovania seizmickej spôsobilosti elektrického zariadenia bezpečnostného systému jadrových elektrární
- [II.11] STN EN 60529 Stupne ochrany krytom (krytie – IP kód)
- [II.12] STN EN 61226 Jadrové elektrárne – Prístrojové vybavenie a riadiace systémy dôležité pre bezpečnosť. Klasifikácia prístrojového vybavenia a radiacích funkcií.
- [II.13] STN EN 61513 Jadrové elektrárne – Meranie a regulácia systémov dôležitých pre bezpečnosť – Všeobecné požiadavky na systémy.
- [II.14] STN IEC 60780 Jadrové elektrárne – Elektrické zariadenia bezpečnostného systému – Overenie spôsobilosti

- [II.15] STN EN 62138 (2004-01) Jadrové elektrárne. Prístrojové vybavenie a riadenie dôležité pre bezpečnosť. Softvérové aspekty pre systémy založené na počítačoch, realizujúce funkcie kategórií B a C.
- [II.16] STN EN61131-3 Programovateľné regulátory, Časť 3: Programovacie jazyky.
- [II.17] Vyhláška 50/2006 Z.z. ÚJD SR – Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky z 12. januára 2006 o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.18] IAEA SAFETY STANDARD SERIES, No. NS-G-1.3 Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear power plant (Systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť na jadrovej elektrárni), Vienna, 2002
- [II.19] IAEA SAFETY STANDARDS SERIES, No. NS-R-1 Safety of Nuclear Power Plants: Design – Requirements (Bezpečnosť jadrových elektrární: Projekt - Požiadavky)
- [II.20] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ISBN 978-80-88806-73-8,UJD SR, Bratislava, 11/2008
- [II.21] BNS I.1.2/2014 rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ISBN 978-80-88806-99-8, UJD SR, Bratislava 01/2014
- [II.22] Vyhláška ÚJD SR 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.23] Rozhodnutie ÚJD SR č. 63/2015. Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa dokumentov PNM34361188 a PNM34361189
- [II.24] Zákon NR SR č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [II.25] Vyhláška ÚJD SR č. 56/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na dokumentáciu systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu jadrových zariadení, podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania

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

- [III.1] WP 04.1 Revízia a dopracovanie Úvodného projektu pre dostavbu MO34, C – Technologická časť, PS 3.10 Systém kontroly a riadenia, DPS 3.10.01 SKR pre nukleárny ostrov: RRCS Technická správa,
- [III.2] Metodický návod na hodnotenie bezpečnosti technologických systémov, konštrukcií a komponentov v PpBS MO34, ev.č. 171909/QA/028
- [III.3] Kategorizácia systémov SKR a požiadavky na kvalifikáciu,
- [III.4] Priradenie systémov SKR do línií ochrany do hĺbky,
- [III.5] Legislatíva, licencovanie a normatívne požiadavky vo vzťahu k dozorným orgánom,
- [III.6] Koncept napájania vo všetkých úrovniach riadenia a ovládania,
- [III.7] Koncept riadenia akčných orgánov,

- [III.8] Koncept EMC, dokument
- [III.9] Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried – textová časť,
- [III.10] Manuál pre stanovenie, preukazovanie a dokladovanie plnenia kvalifikačných požiadaviek pre nové zariadenia a komponenty,
- [III.11] Parametre prostredia pre normálne a havarijné podmienky DB pre kvalifikáciu
- [III.12] Zpráva č.: rep63-99.se, revize 3, prosinec 2001; Požadavky na seizmickou odolnost zařízení pro JE Mochovce ve Slovenské republice. Název přílohy so spektrami: PŘÍLOHA I, Seizmická spektra odezvy v úrovni terénu pro lokalitu EMO (5% útlum, úroveň MVZ = SL2 = RLE) a tabulka amplifikačních faktorů budovy
- [III.13] Systém značení částí ASŘTP, dokument ÚJV-EGP
- [III.14] Systém ochrany reaktora AO (RTS, DRTS) DPS 3.10.01,
- [III.15] Systém zaistenia bezpečnosti (ESFAS) DPS 3.10.01,
- [III.16] Systém merania neutrónového toku (EXCORE) DPS 3.10.01,
- [III.17] Výkonové vypínače AO (RTS) BREAKER DPS 3.10.01,
- [III.18] Systém skupinového a individuálneho riadenia HRK (RRCS) DPS 3.10.01,
- [III.19] Systém obmedzenia výkonu reaktora (RLS) DPS 3.10.01,
- [III.20] Systém skupinového a individuálneho riadenia HRK, WP 02.2 Podrobný bezpečnostný koncept,
- [III.21] Charakteristiky prostredia,
- [III.22] Dod. č. 3 - Charakteristiky prostredí - zoznam dokumentov,
- [III.23] Dod. č. 0044, Úprava grafických algoritmov RCS. Zoznam dokumentov,
- [III.24] Kapitola 05.03 Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried, VUJE, a.s. Trnava,

**ZOZNAM PRÍLOH**