

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.05.06.02 Regulátory II.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	LC	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil	Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil		
 SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE				Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N	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: PNM34374362			A4	6.01	RS	Z	8	
 * P N M 3 4 3 7 4 3 6 2 0 5 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
				1	33				

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3437436205_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 02.08.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE a.s.	0530	02.08.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE a.s.	0520	02.08.2019		
Verified by / Overil:			VUJE a.s.	0720	02.08.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE a.s.	1703	02.08.2019		

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.	• Kapitola 6.5.6.2 Regulátory II.O.	• PNM3437436205_S_C00_V	• 05
2.	• Kapitola 6.5.6.2 Regulátory II.O.	• PNM3437436205_S_C01_V	• 05
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

6.5.6.2	REGULÁTORY II.O.	8
6.5.6.2.1	Popis systému	8
6.5.6.2.1.1	Účel systému	8
6.5.6.2.1.2	Bezpečnostné funkcie	8
6.5.6.2.1.3	Bezpečnostná a seizmická klasifikácia	9
6.5.6.2.1.4	Popis systému regulátorov II.O.	10
6.5.6.2.1.5	Činnosť obsluhy	14
6.5.6.2.1.6	Popis prevádzkových režimov	16
6.5.6.2.1.7	Detailné prvky projektu	17
6.5.6.2.2	Technické hodnotenie systému	18
6.5.6.2.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia	18
6.5.6.2.2.2	Seizmická odolnosť	19
6.5.6.2.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií	20
6.5.6.2.2.4	Kritérium jednoduchej poruchy	20
6.5.6.2.2.5	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	21
6.5.6.2.2.6	Analýza spoľahlivosti	24
6.5.6.2.2.7	Kvalifikácia systému	24
6.5.6.2.3	Bezpečnostné zhodnotenie	25

ÚVOD

Kapitola POSAR 6.5.6.2 je vypracovaná v súlade so: Zákonom ÚJD SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) [II.26], Vyhláškou ÚJD č. 31/2012 Z. z [II.27], BNS I.1.2/2008 [II.28], (pričom bolo v primeranom rozsahu prihladené k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 [II.31] a IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4 [II.3]).

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 sekundárneho okruhu blokov MO34.

ZOZNAM SKRATIEK

AČ	Akčný člen
AO	Automatická ochrana
AP	Automatizačný procesor
BD	Bloková dozorňa
BF	Bezpečnostná funkcia
BT	Bezpečnostná trieda
CCF	Porucha zo spoločnej príčiny
DBC	Projektové kritérium
DEC	Nadprojektové havarijné podmienky
DiD	Ochrana do hĺbky
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
ENČ	Elektronapájacie čerpadlo
EPK	Expandér prevádzkových kondenzátov
ESFAS	Systém aktivácie technických prostriedkov pre zabezpečenie bezpečnosti
FUM	Funkčný modul
HČČ	Hlavné cirkulačné čerpadlo
HK	Hlavný kondenzátor
HNČ	Havarijné napájacie čerpadlo
HPK	Hlavný parný kolektor
CHÚV	Chemická úprava vody
IAEA	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
I.O.	Primárny okruh
II.O.	Sekundárny okruh
JE	Jadrová elektrárň
JZ	Jadrové zariadenie
MNH	Malá napájacia hlava
MO	Merací obvod
MO34	Jadrová elektrárň Mochovce 3. a 4. blok
ND	Núdzová dozorňa
NN	Napájacia nádrž
NV	Napájacia voda
PAS	Systém automatizácie procesov
PCS	Riadiaci systém bloku
PG	Parogenerátor
PI	Proporcionálne integračný regulátor
PICS	Počítačový informačný a riadiaci systém
PLKVZ	Plán kontroly vybraných zariadení
PpBS	Predrevádzková bezpečnostná správa
PSA	Prepúšťacia stanica do atmosféry
PSK	Prepúšťacia stanica do kondenzátora
PV	Poistný ventil
RO	Regulačný okruh
RS	Redukčná stanica

RV	Regulačný ventil
SAS	Bezpečnostný automatizačný systém
SHN	Superhavarijné napájanie
SHNČ	Superhavarijné napájacie čerpadlo
SICS	Bezpečnostný informačný a riadiaci systém
SKK	Systémy, konštrukcie a komponenty
SKR	Systém kontroly a riadenia
SO	Stavebný objekt
STD	Sprievodná technická dokumentácia
STN	Slovenská technická norma
SVO	Špeciálna vodoočistka
SW	Software
SZN	Systém zaisteného napájania (Electrical Emergency Power Supply)
TG	Turbogenerátor
TK	Technologický kondenzátor
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
VNH	Veľká napájacia hlava
VP	Vykonávací projekt
VTO	Vysokotlaký ohrievak
VZ	Vybrané zariadenia
ZNK	Zberná nádrž kondenzátu

6.5.6.2 REGULÁTORY II.O.

6.5.6.2.1 Popis systému

6.5.6.2.1.1 Účel systému

Účelom regulátorov II.O. je zabezpečiť udržiavanie regulovaných technologických parametrov príslušných technologických systémov na požadovanej hodnote alebo v požadovanom rozsahu, na základe vypočítavanej odchýlky parametru.

Obecný termín „regulátor“, ktorý je popisovaný a hodnotený v tejto kapitole PpBS, predstavuje súhrnné celý reťazec: merací člen - ústredný člen - koncový člen.

Každý regulačný obvod II.O. je zložený z troch základných úrovní (častí):

- Merací člen - predstavuje jeden alebo viac meracích obvodov príslušného technologického parametru obsahujúci snímač, prevodník, káblOVú trasu atd.
- Ústredný člen - sú to procesorové jednotky automatizačných riadiacich systémov (SAS, PAS) konfigurovaných v redundantnej architektúre, ktoré softvérovo realizujú vstupné výberové operácie medzi meracími obvodmi, spracovávajú vstupné signály technologických parametrov, zaisťujú výpočtové operácie, realizujú vlastné regulačné obvody a logiky a vydávajú výstupné povely na riadenie polohy akčných členov. Procesorové jednotky zaisťujú aj napájanie príslušných meracích obvodov.
- Koncový člen je vlastný akčný člen - regulačný ventil, ktorý zmenou svojej polohy mení hodnotu regulovaného technologického parametru smerom k požadovanej hodnote. Pojem „regulačný ventil“ je chápaný ako celok, obsahujúci mechanickú časť a časť servopohonu so silovým napájaním a ovládaním.

Podrobnejší popis konštrukcie a funkčnosti ústredných členov SAS a PAS, je uvedený v PpBS kapitole 6.5.5.7 Riadiaci systém bloku – PCS (PAS, SAS1, SAS2) [I.30].

6.5.6.2.1.2 Bezpečnostné funkcie

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z.[II.1] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť [II.34] schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.35] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS sú vybrané regulátory II.O. zaradené do BTII a BTIII a plní bezpečnostnú funkciu:

2i - zariadenia nevyhnutné z hľadiska plnenia bezpečnostných funkcií na dodávku energií alebo na riadenie ostatných komponentov zaradených do bezpečnostnej triedy I alebo II a sú určené pre prevádzku v prostredí, ktoré vznikne po havárii so stratou chladiva z chladiaceho okruhu jadrového reaktora alebo po havárii s prasknutím vysoko-energetických potrubí.

3k - 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.1], vyhláška č. 430/2011 [II.36] bezpečnostná funkcia 2i sa nemení a bezpečnostná funkcia III obsahuje zmenu značenia 3k na 3j.

Regulátory sekundárneho okruhu vykonávajú svoje funkcie pre technologické systémy, ktoré sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. (resp. Vyhlášky č. 50/2006) [II.1] kategorizované ako bezpečnostné systémy, systémy so vzťahom k bezpečnosti a systémy normálnej prevádzky.

Podľa príslušnosti k technologickému systému sú vlastné regulačné obvody II.O. realizované v systéme SAS alebo PAS (bližšie informácie sú v dokumente [I.30]. Výstupné povely regulačných obvodov na AČ sú kategorizované rovnako, ako regulačné obvody, ktoré ich vykonávajú.

V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad regulačných obvodov II.O. kategorizovaných do BTII a BTIII, v zmysle uvažovanom vo Vyhláške [II.1]. Pre každý regulátor je uvedená základná bezpečnostná funkcia (definovanej podľa IAEA Safety Standard Series No.NS-R-1 – Safety of Nuclear Power Plants: Design – Requirements [II.29]), ktorú príslušný regulátor plní.

Tabuľka 6.5.6.2-1 Prehľad plnenia bezpečnostných funkcií

Regulačný okruh	Základná bezpečnostná funkcia (podľa [I.45])
Regulačné obvody pre bezpečnostné systémy	
Regulácia prietoku na výtlaku SHNČ 1,2,3	Odvod tepla.
Regulácia hladiny v PG - havarijná	Odvod tepla.
Regulačné obvody pre systémy so vzťahom k bezpečnosti	
Základná regulácia hladiny v PG - režim plného zaťaženia	Odvod tepla.
Základná regulácia hladiny v PG - nábehová regulácia	Odvod tepla.
Regulácia hladiny v NN havarijným doplňovaním	Odvod tepla.
Regulácia prietoku na výtlaku HNČ1,2	Odvod tepla.
Regulácia hladiny v TK odpúšťaním do ZNK	Odvod tepla.

6.5.6.2.1.3 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia

Prehľad hlavných regulátorov sekundárneho okruhu je v súlade so špecifikáciou vyššie v texte (viď kapitola 6.5.6.2.1.2) uvedený a z hľadiska klasifikácie charakterizovaný v nasledujúcich tabuľkách 6.5.6.2-2, 6.5.6.2-3 :

- regulátory II.O., ktoré vykonávajú funkcie pre systémy kategorizované ako bezpečnostné [II.6]). Ďalším regulátorom patriacim do tejto skupiny je regulátor PSA, ktorého hodnotenie je uvedené v kapitole 6.4.5.3 Systém PSA PG tejto PpBS.
- regulátory II.O., ktoré vykonávajú funkcie pre systémy kategorizované, ako systémy so vzťahom k bezpečnosti (podľa [II.6]).

Kategorizácia zariadení regulačných okruhov II.O. je uvedená podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z., STN IEC 61226 a seizmická kategorizácia podľa IAEA NS-G-1.6.

Tabuľka 6.5.6.2-2 Regulátory II.O. - Bezpečnostné systémy

P. č	Regulačný okruh	Vykonávaná funkcia pre funkčný celok/ technologický systém
1.	Regulácia prietoku na výtlaku SHNČ 1,2,3	Systém superhavarijného napájania PG
2.	Regulácia hladiny v PG - havarijná	Systém superhavarijného napájania PG
3.	Regulácia tlaku v PG**	PSA PG

* Týka sa jednej automatickej funkcie, iniciovanej systémom ESFAS

** Vid'. PpBS, kap. 6.4.5.3

Požadovaná bezpečnostná funkcia pre uvedené regulátory je zabezpečená ručným riadením z panelov SICS (viď. PpBS, kapitola 06.05.5.02) podľa IEC, funkciou kategórie.

Tabuľka 6.5.6.2-3 Regulátory II.O. - Systémy so vzťahom k bezpečnosti

P.č	Regulačný okruh	Vykonávaná funkcia pre funkčný celok/ technologický systém
1.	Základná regulácia hladiny v PG - režim plného zaťaženia	Sekundárna strana PG vrátane pripojovacích potrubí po oddeľovacie armatúry
2.	Základná regulácia hladiny v PG - nábehová regulácia	Sekundárna strana PG vrátane pripojovacích potrubí po oddeľovacie armatúry
3.	Regulácia hladiny v NN havarijným dopĺňovaním	Systém havarijného dopĺňovania NN
4	Regulácia prietoku na výtlaku HNC1,2	Systém havarijného napájania PG
5	Regulácia hladiny v kondenzátore odpúšťaním do ZNK	Systém kondenzácie TG a ZNK

Pozn. V porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50 /2006 [II.1], vyhláška č. 430/2011 [II.36] obsahuje zmenu značenia bezpečnostnej funkcie.

Všetky vyššie uvedené regulátory sú zahrnuté do hodnotenia; RZV TG a RV TG (vrátane regulátora tlaku pary v HPK) sú hodnotené v PpBS, kap. 6.8 a 6.5.6.3.

Kategorizácia, technické a bezpečnostné hodnotenie systémov SAS a PAS sú uvedené v samostatnej kapitole 6.5.5.7 Riadiaci počítačový systém – PCS PpBS MO34.

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedeného vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.36] §7 „Prechodné ustanovenie, t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried“ predmetnej vyhlášky [II.36].

6.5.6.2.1.4 Popis systému regulátorov II.O.

6.5.6.2.1.4.1 Regulácia prietoku na výtlaku super havarijných napájacích čerpadel SHNČ 1, 2 a 3

Regulátory sú implementované v systéme SAS1. SAS1 je priradený do prvej línie ochrany do hĺbky (DiD), ktorá je určená pre normálnu prevádzku (DBC1), ale dokiaľ budú hraničné podmienky v DBC2,3,4,DEC identické s podmienkami ktoré sú predpokladané pre normálnu prevádzku, môžeme SAS1 ešte prevádzkovať. Pre uvedené regulátory je riešené ručné riadenie z panelov SICS, aby boli plnené bezpečnostné funkcie.

V priebehu normálnej prevádzky bloku tri čerpadla SHNČ nie sú v prevádzke, sú pripravené v horúcej zálohe. Príslušné ventily sú plne otvorené.

Regulátor na týchto čerpadlách slúži na obmedzenie prietoku demivody vo výtlaku čerpadla na hranici pracovnej oblasti čerpadla (ak dosiahne nastavené hodnoty).

Do regulačného obvodu vstupuje hodnota meraného prietoku vo výtlaku príslušného SHNČ z dvoch nezávislých snímačov (výberová logika 1 z 2) a je porovnávaná s pevne nastavenou hodnotou. Ak dojde

k prekročeniu nastavenej hodnoty, príslušný regulačný ventil uzatvára, aby udržal prietok napájania na požadovanej hodnote.

Regulátor sa uvádza do automatického režimu v prípade štartu čerpadla od signálu ESFAS

6.5.6.2.1.4.2 Havarijná regulácia hladiny v parogenerátore

Regulátory sú implementované v systéme SAS1. SAS1 je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky (DiD), ktorá je určená pre normálnu prevádzku (DBC1), ale akiaľ budú hraničné podmienky v DBC2,3,4, DEC zhodné s podmienkami, ktoré sú predpokladané pre normálnu prevádzku, môžeme SAS1 ešte prevádzkovať. Príslušné regulačné ventily sú taktiež aktivované signálom. V prípade zemetrasenia (ak je aktivovaný signál), je izolácia napájania od SHNC blokována.

Pre uvedené regulátory je riešené ručné riadenie z panelov SICS, aby boli plnené bezpečnostné funkcie.

Regulačný obvod udržuje v havarijných podmienkach hladinu v PG na požadované zafixované hodnote 0 mm pomocou prietoku cez regulačný ventil pre príslušný PG). V normálnej a abnormálnej prevádzke bloku regulátor nie je v činnosti, je pripravený v horúcej zálohe.

Do regulačného obvodu vstupuje meraná stredná hladina v príslušnom PG ako reálna hodnota z jedného snímača merania hladiny.

Príslušný regulačný ventil udržuje hladinu v PG na požadovanej hodnote zmenami polohy ventilu.

6.5.6.2.1.4.3 Základná regulácia hladiny parogenerátora – činnosť pri plnom zaťažení

Regulátor vykonáva svoje funkcie pre udržiavanie dostatočnej zásoby vody v PG vo výkonovom režime ($N_R > \text{cca } 5 \% N_{nom}$) na sekundárnej strane PG, ktorá je podľa [II.1] kategorizovaná, ako systém zo vzťahom k bezpečnosti.

Regulačné obvody sú implementované v systéme SAS2. SAS2 je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky (DiD), ktorá je určená pre normálnu prevádzku (DBC1), ale akiaľ budú hraničné podmienky v DBC 2,3,4, DEC zhodné s podmienkami, ktoré sú predpokladané pre normálnu prevádzku, môžeme SAS2 ešte prevádzkovať. Ovládače tohto regulátora sú k dispozícii na SICS paneloch v BD a ND.

Regulátor reguluje hladinu v PG na určenej hodnote 0 mm (stredná hladina) zmenami polohy RV na vstupnej trase napájacej vody. Regulátor je proporcionálne integrační s doprednou väzbou.

Regulácia k svojej činnosti vyžaduje monitorovanie troch technologických parametrov, ktorými sú stredná hladina v PG, prietok napájacej vody do PG a množstvo produkovanej pary z PG.

Stredná hladina v PG je hlavným parametrom. Vyhodnocuje sa výberom 1 z 2 nezávislých meraní a porovnáva sa s požadovanou hodnotou 0 mm. Regulátor je stabilizovaný pomocou rozdielu dvoch pomocných parametrov (prietoku napájacej vody vstupujúceho do PG, vyhodnocovaný výberom 1 z 2, prietoku pary na výstupe z PG, vyhodnocovaný výberom 1 z 2 a zatlmený členom 1. rádu. Takto vytvorená regulačná odchýlka je napokon spracovaná v PI regulátore s doprednou väzbou.

Aby nedošlo k preťaženiu príslušného napájacieho čerpadla, je vlastné čerpadlo vybavené obmedzovacím regulátorom (tento regulátor pôsobí na všetky RV v trasách napájania PG), ktorý porovnáva požadovanú polohu ventilu s výstupom PI regulátora. Pokiaľ signál z obmedzovacieho regulátora je menší ako výstup z PI regulátora hladiny znamená to, že RV napájania má byť uzatvorený.

Regulačné ventily sú taktiež uzatvárané:

- Ak hladina v PG a teplota v horúcich vetvách slučiek je vyššia ako nastavená
- Ak ventil na napájanie PG je uzatvorený.

6.5.6.2.1.4.4 Základná regulácia hladiny parogenerátora – nábehová regulácia

Regulačné obvody sú implementované v systéme SAS2. SAS2 je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky (DiD), ktorá je určená pre normálnu prevádzku (DBC1), ale dokiaľ budú hraničné podmienky v DBC2,3,4, DEC zhodné s podmienkami, ktoré sú predpokladané pre normálnu prevádzku, môžeme SAS2 ešte prevádzkovať. Ovládače tohto regulátora sú k dispozícii na SICS paneloch v BD a ND.

Úlohou regulačného obvodu je udržiavať hladinu v PG na žiadanej hodnote 0 mm (stredná hladina) zmenami polohy spúšťacích RV pri nábehu bloku.

Do regulačného obvodu vstupuje priemerná meraná hladina v príslušnom PG ako reálna hodnota z dvoch nezávislých snímačov (výberová logika 1 z 2) merania hladiny.

Regulácia sa uskutočňuje pomocou merania hladiny v PG, ktorá je porovnávaná s požadovanou hodnotou 0 mm. Napájanie vodou do PG je regulované pomocou príslušného regulačného ventilu na napájacej trase v obtoku hlavného hladinového regulačného ventilu.

Tato regulácia sa používa nielen v priebehu nábehu bloku. V priebehu abnormálnych stavov, ak hladina v PG sa zníži pod hodnotu -50 mm od nominálnej úrovne, žiadaná hodnota pre regulátor sa prestaví na -50 mm tak, aby ventily mohli byť použité pre podporu hlavných regulačných ventilov hladín PG, v obtokovej trase ktorých sa nachádzajú. Samozrejme, príslušné predradené izolačné ventily sú automaticky otvárané.

Pokiaľ sú izolujúce ventily uzatvorené a regulátor je ručnom režime, príslušné regulačné ventily sú vynútené uzatvorené.

6.5.6.2.1.4.5 Regulácia hladiny v NN 1,2 havarijným dopĺňaním

Regulačné obvody sú implementované v systéme SAS2. SAS2 je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky (DiD), ktorá je určená pre normálnu prevádzku (DBC1), ale dokiaľ budú hraničné podmienky v DBC2,3,4, DEC zhodné s podmienkami, ktoré sú predpokladané pre normálnu prevádzku, môžeme SAS2 ešte prevádzkovať. Ovládače tohto regulátora sú k dispozícii na SICS paneloch v BD a ND.

Úlohou regulátora je udržiavať hladinu v napájacích nádržiach NN 1,2 na žiadanej hodnote a obmedziť prietok demivody od havarijných doplnovacích čerpadel demivody na úrovni stanovenú výrobcom.

Regulácia znamená okrem iného, i snímanie dvoch technologických parametrov, ktorými sú hladina v napájacích nádržiach a prietok vo výtlaku havarijného doplnovacieho čerpadla.

Hladina v NN je vyhodnotená výberom 1 z 2 meracích obvodov, zatiaľ čo prietok vo výtlaku havarijného doplnovacieho čerpadla je vyhodnocovaný ako suma dvoch počítaných hodnôt, ktoré sú získané výberom 1 z 2 meraní prietoku čerpadlom pred ventilom vo výtlaku. Ak prietok prekročí pracovné oblasti čerpadel, regulátor prietoku prejde na reguláciu podľa výberu MIN a obmedzí výstup regulátora tak, aby vrátil a udržal prietok v pracovnej oblasti.

Ak je predvolený prevádzkový režim preplachu a signál straty napätia sa aktivuje v systéme vlastnej spotreby, regulácia hladiny je udržiavaná na zadanej hodnote a prietok je obmedzovaný iba príslušným regulátorom.

6.5.6.2.1.4.6 Regulácia prietoku vo výtlaku čerpadiel HNČ1,2

Regulačné okruhy vykonávajú svoje funkcie pre systém havarijného napájania PG ktorý je podľa [II.1] kategorizovaný, ako systém zo vzťahom k bezpečnosti. Regulátory sú určené pre činnosť počas normálnych a abnormálnych podmienok bloku (najazdenie, prvá fáza dochladzovania, udržiavanie odstaveného bloku v horkom stave) a pri niektorých havarijných režimoch, spojených so stratou napájania PG hlavnými napájačkami, pokiaľ súčasne nedošlo k zemetraseniu menšiemu alebo rovnému projektovému zemetraseniu.

Regulačné obvody sú implementované v systéme SAS2. SAS2 je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky (DiD), ktorá je určená pre normálnu prevádzku (DBC1), ale dokiaľ budú hraničné podmienky v DBC2,3,4, DEC zhodné s podmienkami, ktoré sú predpokladané pre normálnu prevádzku, môžeme SAS2 ešte prevádzkovať.

Do regulačného obvodu vstupuje z príslušných snímačov prietoku vypočítaná stredná hodnota prietoku na výtlaku HNČ, ako skutočná hodnota (výberová logika 1z2). Ta je porovnávaná s nastavenou požadovanou hodnotou prietoku. Počas normálnej prevádzky je prietok napájacej vody z HNČ nižší, ako požadovaná hodnota a regulačné ventily sú plne otvorené. Ak prietok na výtlaku HNČ presiahne nastavenú hodnotu, príslušné RV pozvoľna privierajú aby prietok znížili pod nastavenú medzu. Regulačný obvod ovláda oba RV v rozdelenom rozsahu.

6.5.6.2.1.4.7 Regulácia hladiny v TK prepúšťaním kondenzátu do ZNK

Regulačný okruh vykonáva svoje funkcie pre systém dochladzovania RHR, ktorý je podľa [II.1] klasifikovaný, ako systém zo vzťahom k bezpečnosti zaradený do BTIII.

Regulačné obvody sú implementované v systéme SAS2. SAS2 je zaradený do prvej línie ochrany do hĺbky (DiD), ktorá je určená pre normálnu prevádzku (DBC1), ale dokiaľ budú hraničné podmienky v DBC2,3,4, DEC zhodné s podmienkami, ktoré sú predpokladané pre normálnu prevádzku, môžeme SAS2 ešte prevádzkovať. Ovládanie akčných členov tohto regulátora je zálohované na SICS paneloch v BD.

Regulačný okruh udržiava hladinu v technologickom kondenzátore TK na požadovanej hladine prepúšťaním do ZNK počas normálnych podmienok prevádzky bloku (plánovaný nábeh a odstavovanie bloku) a pri pohavarijných udalostiach, ktoré nie sú späť zo seizmickou udalosťou.

6.5.6.2.1.4.8 Ostatné regulátory sekundárneho okruhu

Okrem regulačných obvodov, vybraných pre bezpečnostné hodnotenie v rámci systémov normálnej prevádzky, existujú v tejto kategórii systémov ďalšie regulátory II.O., vykonávajúce svoje funkcie pre najrôznejšie technologické celky sekundárneho okruhu. Tieto regulačné obvody sú z hľadiska bezpečnosti taktiež nedôležité a sú menej významné z hľadiska spoľahlivosti prevádzky na hlavnej ose výroby elektrickej energie v hlavnom technologickom okruhu. Sú implementované v systéme SAS2 alebo PAS a ich funkcie SKR nie sú funkcie kategorizované v zmysle [II.6].

Prehľad ďalších regulátorov II.O. je uvedený v nasledujúcej tabuľke 6.5.6.2-4.

Tabuľka 6.5.6.2-4 Prehľad regulátorov II.O.

Regulačné obvody pre systémy normálnej prevádzky
Regulácia tlaku v HPK prostredníctvom RV PSK
Regulácia tlaku v kolektore pary 0,7 MPa
Regulácia prietoku kondenzátu do CHUV

Regulácia tlaku v HPK počas náhrevu z kolektoru 0,7 MPa
Regulácia hladiny v zberači kondenzátu 1. stupňa
Regulácia hladiny v zberači kondenzátu 2. stupňa
Regulácia hladiny v zberači separátu
Regulácia tlaku pary v prepojení NN prepúšťaním z pomocnej kotolne do kolektoru 0,7 MPa
Regulácia tlaku v prepojení NN z parných odberov TG31,32 (TG41,42)
Regulácia tlaku v kolektore 0,7 MPa prepúšťaním pary z pomocnej kotolne
Regulácia tlaku pary pre SVO5 a I.O.
Regulácia konštantného tlakového spádu na napájacích hlavách
Regulácia prietoku napájacej vody napájacím čerpadlom ENČ1÷5
Regulácia ochrany pracovnej oblasti čerpadla ENČ1÷5
Regulácia hladiny v napájacej nádrži
Regulácia hladiny vo vysokotlakom ohrievači VTO1
Regulácia hladiny vo vysokotlakom ohrievači VTO2
Regulácia hladiny v NN (zrýchlené doplňovanie)
Regulácia tlaku v HPK - obtoková trasa prepúšťacej stanice dochladzovania
Regulácia tlaku pary prepúšťanej z kolektoru 0,7 MPa na SVO 1. okruh
Regulácia hladiny v zbernej nádrži (odvod do EPK)
Regulácia hladiny v jame vývev
Regulácia teploty tesniaceho oleja vzduchovej strany upchávok za chladičom
Regulácia teploty tesniaceho oleja vodíkovej strany upchávok za chladičom

6.5.6.2.1.4.9 Elektrické napájanie

Ústredné členy regulačných obvodov sú napájané z príslušného riadiaceho automatického systému, v ktorom sú implementované (SAS1, SAS2, PAS) [I.30]. To platí aj pre ich prislúchajúce meracie obvody technologických parametrov. Elektrické napájacie systémy bloku sú popísané v samostatnej kapitole 6.6 PpBS.

6.5.6.2.1.5 Činnosť obsluhy

6.5.6.2.1.5.1 Normálna prevádzka bloku

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Počas normálnej prevádzky bloku nie sú regulačné obvody (kapitola 6.5.6.2.1.4.1, 6.5.6.2.1.4.2) v činnosti a sú v stave pohotovosti a nevyžadujú vykonávaní činností obsluhy.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas normálnej prevádzky bloku (v závislosti na aktuálnom prevádzkovom režime bloku) sú regulačné obvody (kapitola 6.5.6.2.1.4.3 až 6.5.6.2.1.4.7) v automatickej činnosti a obsluha overuje správnu činnosť regulačných obvodov kontrolou hodnôt riadených parametrov.

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Počas normálnej prevádzky bloku (v závislosti na aktuálnom prevádzkovom režime bloku) sú regulačné obvody (Tabuľka 6.5.6.2.2-12) v automatickej činnosti respektíve v stave pohotovosti s predvoľbou

automatického riadenia. Obsluha overuje správnu činnosť regulačných obvodov kontrolou hodnôt riadených parametrov resp. ich pripravenosť k zásahu.

6.5.6.2.1.5.2 Havarijná prevádzka bloku

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Po vzniku núdzových havarijných podmienok na bloku vstupujú regulačné obvody do činnosti. Bezpečnostné systémy vykonávajú svoje činnosti automaticky, bez ručných zásahov obsluhy, prvých 30 minút od vzniku udalosti. Operátor II.O. vykonáva iba kontrolu stavu príslušných technologických parametrov a zariadení na bezpečnostných paneloch SICS. Kontroluje, že došlo k správne mu priebehu očakávaných akcií (napr. spustenie SHNČ). Po uplynutí určenej doby realizuje obsluha ručné zásahy, ak sú vyžadované, robí kvitovanie a resetovanie alarmov a ďalšie neodkladné činnosti, vedúce k zaisteniu stabilizácie a udržiavania zariadenia jadrového bloku v bezpečnom stave.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas núdzových havarijných podmienok na bloku nie sú tieto regulačné obvody spravidla v činnosti, ich funkciu zabezpečujú regulátory určené pre činnosť v havarijných podmienkach bloku. Výnimku tvoria regulačné obvody, ktoré vykonávajú podporné činnosti súvisiace so zaistením bezpečnosti (napr. podporujú obslužné činnosti na BD pre účel havarijného doplnovania NN), tie môžu byť v automatickej činnosti. Obsluha overuje ich správnu činnosť kontrolou hodnôt riadených parametrov prípadne podľa potreby udržiava regulované technologické parametre v regulačnom rozsahu pomocou regulátorov v ručnom riadení.

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Počas havarijných podmienok bloku môžu byť niektoré regulačné obvody z tejto skupiny v činnosti. Menovite je to regulátor PSK, ktorý môže byť v činnosti počas havarijných stavov, aj keď pre činnosť v týchto stavoch nie je kategorizovaný. Ďalším takým regulačným obvodom je regulátor tlaku v kolektore pary 0,7 MPa, ktorý napr. v režime úplnej strate napájania vlastnej spotreby po odstavení TG zaisťuje potrebný tlak pary v NN, aby pri strate vykurovacej pary pre odplyňovač NN nedošlo k ochrannému odstaveniu HNČ a vynútenému nábehu SHNČ. Obsluha u regulačných obvodov sleduje ich správnu činnosť kontrolou hodnôt riadených parametrov. V prípade ich zlyhania sleduje uvedenie do činnosti ručným zásahom záložné zariadenie, prípadne sleduje automatický zásah a správnu činnosť nadriadeného kategorizovaného jadrového zariadenia.

6.5.6.2.1.5.3 Poruchy systému

Porucha v činnosti regulačných obvodov môže nastať v prípade zlyhania činnosti príslušného riadiaceho systému SAS, PAS (napr. poruchy procesorových jednotiek, strata napájania), v prípade straty signálov zo vstupných meracích obvodov alebo zlyhaním ovládania koncových AČ.

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Pri vzniku poruchy v ústrednej časti regulátorov pre bezpečnostné systémy (porucha niektorej procesorovej jednotky SAS1 alebo jej napájania) je funkcia beznárazovo vykonávaná druhou redundantnou procesorovou jednotkou. V prípade zlyhania celého systému SAS1 (obidvoch redundancií) je k dispozícii riadenie AČ z bezpečnostných panelov SICS.

Výsledkom porúch v systéme havarijnej dodávky demivody systémom SHNČ je nedostatočné, alebo nadmerné napájanie PG studenou vodou.

Poruchy regulačných obvodov, ktoré vedú na nedostatočné napájanie PG od SHNČ nie sú kritické, lebo systém SHNČ je realizovaný ako trojnásobne redundantný. Ak takáto porucha znemožní alebo obmedzí požadovanú dodávku demivody z jedného SHNČ do dvoch jemu prislúchajúcich PG, ešte stále sú k dispozícii dve ďalšie línie dodávky demivody do ostatných PG. V prípade „opačnej“ poruchy, výsledkom ktorej je nadmerné napájanie príslušných PG studenou vodou – pri nežiaducom vychladzovaní PG resp. zariadení I.O. pri odstavenom bloku zapracuje príslušný bezpečnostný signál ESFAS; blok je uvedený do bezpečného stavu ako je preukázané v kap. 7. PpBS.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Pre poruchy v ústrednej časti (SAS2) tejto skupiny regulátorov platia tie isté princípy, ako v bode a). Poruchy v jednotlivých regulačných obvodoch nie sú kritické, lebo každý PG má svoj vlastný základný regulátor hladiny určený pre režimy nábehu a výkonovej prevádzky, vrátane vlastných RV a meracích obvodov. Porucha teda ovplyvňuje iba jeden PG. V prípade zlyhania základného regulátora hladiny v PG pri nedostatočnom napájaní PG je pri znížení celkovej hladiny v PG poruchovo odstavené HCČ; pri nadmernom napájaní vstupujú do činnosti lokálne ochrany PG izolujúce nadmerný prietok NV do postihnutého PG.

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Pre poruchy v ústrednej časti (PAS) tejto skupiny regulátorov platia tie isté princípy, ako v predchádzajúcom bode a).

Poruchy v jednotlivých regulačných obvodoch nie sú kritické, lebo na bloku sú napr. pre HPK redukčné stanice pary 4,4/0,7 MPa a ich meracie obvody tlaku pary, trasy odvodu kondenzátu z HK do CHÚV a ich merania prietoku, vrátane AČ realizované dvakrát. To znamená, že tieto regulačné obvody s vplyvom na priaznivý priebeh abnormálnych stavov s redundantnými procesorovými jednotkami sú 100 % zálohované.

6.5.6.2.1.6 Popis prevádzkových režimov

6.5.6.2.1.6.1 Regulátory II.O. v režimoch normálnej prevádzky bloku

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Počas normálnej prevádzky bloku nie sú tieto regulačné obvody v činnosti a sú v stave pripravenosti.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas normálnej prevádzky bloku sú regulačné obvody základnej regulácie hladiny v PG v automatickom režime. Získavajú aktuálne informácie o stave technologického procesu z meracích obvodov a vykonávajú svoje funkcie pôsobením na príslušné AČ.

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Počas normálnej prevádzky bloku sú regulačné obvody v automatickom režime, alebo v stave pripravenosti (predvolená automatická činnosť).

6.5.6.2.1.6.2 Regulátory II.O. v režimoch abnormálnej prevádzky bloku

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Počas abnormálnej prevádzky bloku nie sú tieto regulačné obvody v činnosti a sú v stave pripravenosti.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas abnormálnej prevádzky bloku sú tieto regulačné obvody v automatickej činnosti. Získavajú aktuálne informácie o stave technologického procesu z meracích obvodov a vykonávajú svoje funkcie pôsobením na príslušné AČ.

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Počas abnormálnej prevádzky bloku sú tieto regulačné obvody v automatickom režime.

Automatické radiace systémy SAS a PAS sú realizované ako redundantné v procesnej a komunikačnej časti a majú redundantné aj svoje podporné systémy (napájanie, vzduchotechnika). Tým je zaistená ich odolnosť voči jednoduchej poruche.

Odolnosť voči poruche zo spoločnej príčiny je zaistená existenciou vyššie klasifikovaného SKR (bezpečnostné panely SICS), cez ktoré je možné previesť a ďalej udržiavať jadrový blok v bezpečnom stave, v prípade celkového výpadku radiaceho systému SAS alebo PAS.

6.5.6.2.1.6.3 Regulátory II.O. v havarijných režimoch na bloku

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Tieto regulačné obvody sú určené pre činnosť počas havarijných podmienok na bloku a pri vzniku zemetrasenia. Vstupujú do automatickej činnosti, ktorú vykonávajú minimálne 30 minút od vzniku udalosti, bez zásahu operatívneho personálu. Získavajú aktuálne informácie o stave technologického procesu z meracích obvodov a vykonávajú svoje projektové funkcie pôsobením na príslušné AČ.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Počas havarijného stavu na bloku nie sú tieto regulačné obvody spravidla v činnosti, ich funkcie zabezpečujú regulátory určené pre činnosť v havarijných podmienkach bloku. Príkladom sú regulačné obvody II.O., ktoré vykonávajú podporné činnosti súvisiace so zaistením bezpečnosti (napr. regulácia prietoku napájacej vody na výtlaku HNČ1,2 do PG od systému havarijného napájania), tie sú/môžu byť v automatickom režime.

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Tieto regulačné obvody nie sú určené pre činnosť počas havarijného stavu na bloku. V tejto skupine je špecifický regulátor PSK, ktorý môže byť v činnosti aj počas havarijných stavov spojených so zvýšeným tlakom pary v PG resp. HPK. V prípade zlyhania tohto regulátora v havarijnom režime (jeho činnosť pre havarijný režim nie je kreditovaná), po prípadnom náraste tlaku pary v PG, pôsobí bezpečnostný systém - systém proti zvýšeniu tlaku pary v II.O. (PSA, PV PG), ktorý zreguluje tlak pary v PG na požadovanú hodnotu.

6.5.6.2.1.7 Detailné prvky projektu

6.5.6.2.1.7.1 Dispozičné riešenie

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Snímače, meracie obvody, regulátory a akčné členy sú umiestnené v priestoroch HVB a strojovne.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Snímače, meracie obvody, regulátory a akčné členy sú umiestnené v priestoroch HVB a strojovne

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Vo všeobecnosti sú snímače meracích obvodov tejto skupiny regulátorov inštalované na meracích stendoch, ktoré sú umiestnené v SO (strojovňa) popri technologickom zariadení, ktoré je zaradené do príslušného DPS (napríklad snímače tlaku pary v HPK, snímače tlaku v kolektore pary 0,7 MPa, atď.).

V tom istom SO sú inštalované aj akčné členy regulátorov (napríklad regulačné ventily PSK, regulačné ventily na trase odvodu kondenzátu z HK na CHÚV).

6.5.6.2.1.7.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky

Štruktúra regulačného okruhu je v princípu spoločná pre všetky typy regulátorov, použitých v II.O.

Ústredný člen regulátora je realizovaný SW v procesorových jednotkách riadiaceho automatizačného systému SAS a PAS.

Merací člen predstavuje merací obvod, reprezentovaný snímačom technologického parametru, prevodníkom, rozvádzačom signálu a káblovými trasami. Snímač je umiestnený priamo na technologickom zariadení, rozvádzače a prevodníky sú spravidla v miestnostiach SKR alebo na stendoch (napr. v strojovni).

Koncový člen regulačného okruhu predstavujú akčné členy - regulačné alebo redukčné ventily, umiestnené v technológii. Tieto AČ sú, v závislosti na ich vykonávanej funkcii, ovládané buď priamo povelmi z riadiaceho systému alebo cez prioritné logiky, ktoré určujú prioritu ovládacích povelov z riadiacich systémov rôznej dôležitosti, ochrán a blokad a ručného ovládania.

Štruktúra riadiacich automatizačných systémov SAS a PAS, vrátane principiálnych schém činnosti a schém zapojenia, je popísaná v dokumente [I.30]. Logické schémy regulačných obvodov zaradených do funkčných skupín C1, C3 a C5 (regulačné obvody II.O.) sú uvedené v [I.46], [I.47] a [I.48].

Technologické schéma zapojenia:

- RV VNH, MNH a RV havarijného napájania PG sú uvedené v dokumente [I.49],
- RV havarijnej hladiny v PG sú uvedené v [I.53], [I.54] a [I.55],
- RV prietoku demivody na výtlaku SHNČ je uvedené v [I.50],
- RV havarijného napájania NN je uvedené v [I.52],
- Systém havarijných doplnovacích čerpadiel NN je uvedený v [I.57],
- Umiestnenie meracích obvodov na PG sú uvedené v [I.58],
- Systém rozvodu ostrej pary na 3. bloku je uvedený v [I.59],
- Systém normálneho napájania na 3. bloku [I.61].

6.5.6.2.2 Technické hodnotenie systému

6.5.6.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Regulačné obvody II.O. dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti sú pre dosiahnutie vysokej bezpečnosti a spoľahlivosti bloku zaradené medzi vybrané zariadenia vo všetkých svojich častiach (merací člen, ústredný člen, koncový člen) v zmysle Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011.

Pre všetky zariadenia regulačných obvodov II.O., ktoré sú kategorizované do BT, je preukázané, že ich výroba, dodávka a montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušnom pláne kvality, ktorý sa viaže ku konkrétnemu komponentu (meracie čidlá, prevodníky, kabeláže meracieho obvodu vrátane konektorov,

riadiace skrine, akčné členy regulátorov vrátane ovládacej kabeláže) použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality pre príslušné časti regulačných obvodov II.O, ktoré sú vybranými zariadeniami je dokladované v STD pre príslušné zariadenie:

- a) Regulátory II.O v bezpečnostných systémoch (kap. 6.5.6.2.1.4.1 a 6.5.6.2.1.4.2) v STD nasledujúcich prevádzkových súboroch:
 - DPS 3.06.01 Spojovacie potrubie primárna časť (koncové členy regulátorov havarijnej regulácie hladiny v PG).
 - DPS 3.07.01 Spojovacie potrubie sekundárna časť (koncové členy regulátorov prietoku vo výtlaku SHNČ).
 - DPS 3.10.02 SKR sekundárnej časti (meracie členy regulátorov havarijnej regulácie hladiny v PG; meracie členy regulátorov prietoku vo výtlaku SHNČ).
- b) Regulátory II.O v systémoch so vzťahom k bezpečnosti (kap. 6.5.6.2.1.4.3 až 6.5.6.2.1.4.7) v STD nasledujúcich prevádzkových súboroch :
 - DPS 3.07.01 Spojovacie potrubie sekundárna časť (koncové členy regulátorov základnej regulácie hladiny PG pri plnom zaťažení a nábehovej regulácie; koncové členy regulátorov havarijného dopĺňovania NN1,2; koncové členy regulátorov prietoku vo výtlaku čerpadiel HNČ1,2; koncové členy regulátorov hladiny v TK1,2)
 - DPS 3.10.02 SKR sekundárneho okruhu (meracie členy vyššie uvedených regulátorov)

Hodnotenie splnenia požiadaviek na vybrané zariadenia v časti ústredných členov regulátorov II.O (sú súčasťou PCS) je uvedené v PpBS, kap. 6.5.5.7 Riadiaci systém bloku – PCS, v podkapitole 6.5.5.7.2.1.

Pre ostatné regulátory II.O. (kap. 6.5.6.2.1.4.8), ktoré nie sú kategorizované ako vybrané zariadenia v zmysle [II.1] a pre ich realizované funkcie SKR, platí obecné štandardy pre projektovanie, dodávku a montáž regulačných okruhov v prostredí jadrových elektrární. [II.30].

6.5.6.2.2.2 Seizmická odolnosť

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Pre systém SAS1 je hodnotenie splnenia požiadaviek na seizmickú odolnosť SAS1 uvedené v [I.30].

RV prietoku SHNČ a havarijnej hladiny v PG sú zariadenia zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.31], [I.32]. Seizmická odolnosť RV havarijnej hladiny v PG je doložená preukaznou dokumentáciou [I.51].

Meracie obvody prietoku demivody zo SHNČ a havarijnej hladiny v PG sú zariadenia zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.36].

Z vyššie uvedenej dokumentácie v časti SAS1 resp. z dokumentov VP plyní, že všetky časti regulačných obvodov sú realizované tak, že spĺňujú najvyššie požiadavky na seizmickú odolnosť tzn., že zachovávajú plnú funkčnosť do úrovne maximálneho projektom uvažovaného zemetrasenia.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Systém SAS2 je zariadenie seizmickej kategórie, hodnotenie splnenia požiadaviek seizmickej odolnosti SAS2 je uvedené v [I.30].

RV VNH a MNH sú zariadenia zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.34].

Meracie obvody hladiny v PG sú zariadenia zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.72].

RV hladiny havarijného dopĺňovania NN sú zariadenia zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.34]

Meracie obvody hladiny havarijného dopĺňovania NN, sú zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.36].

RV prietoku na výtlaku HNČ1,2 sú zariadenia zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.34]

Meracie obvody prietoku vo výtlaku HNČ1,2 sú zariadenia seizmickej kategórie podľa - [I.36]

RV hladiny v technologickom kondenzátore v trase odpúšťania kondenzátu do ZNK sú zariadenia zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.34]

Meracie obvody hladiny v kondenzátore pre odpúšťanie do ZNK sú zariadenia zaradené do seizmickej kategórie podľa [I.60].

Z vyšie uvedenej dokumentácie – v časti hodnotenia systému SAS2 resp. z dokumentov VP plyní, že všetky časti regulačných obvodov sú realizované tak, že splňujú požiadavky plynúce z ich seizmickej kategorizácie.

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Systém PAS je zaradený do seizmickej kategórie, hodnotenie splnenia požiadaviek seizmickej odolnosti PAS je uvedené v [I.30].

Regulátory normálnej prevádzky, v súlade s ich seizmickej kategorizáciou, nie sú realizované ako seizmicky odolné zariadenia (viď. napr. [I.33], [I.35], [I.37], [I.39]).

6.5.6.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií

Funkčnosť počas normálnej prevádzky je popísaná v kapitole 6.5.6.2.1.5.1.

Funkčnosť počas a po havárii je popísaná v kapitole 6.5.6.2.1.5.2.

6.5.6.2.2.4 Kritérium jednoduchkej poruchy

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Zariadenie SAS1 obsahuje časti, ktoré sú redundantné a oddelené a plnia kritérium jednoduchkej poruchy. Hodnotenie plnenia kritéria jednoduchkej poruchy pre systém SAS1 je uvedené v [I.30].

V časti vstupných signálov z meracích obvodov resp. akčných členov sú regulačné obvody v systéme SHN realizované v troch samostatných líniiach. Každá línia zabezpečuje dodávku demivody pre dva určené PG, jedna línia je postačujúca pre zaistenie dochladenia I.O. na parametre nutné pre prechod na systém JNR (dochladenie do studeného stavu).

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Kritérium jednoduchkej poruchy nie je aplikované na systémy kategórie C (SAS2) podľa [II.6]. Zariadenie SAS2 obsahuje časti, ktoré sú redundantné a plnia kritérium jednoduchkej poruchy. Hodnotenie plnenia kritéria jednoduchkej poruchy pre systém SAS2 je uvedené v [I.30].

V časti akčných členov v PG (VNH – základný, resp. MNH - nábehový) je systém realizovaný samostatnou trasou pre každý zo šiestich pracujúcich PG. V prípade neprevádzkyschopnosti regulátora hladiny v PG je k dispozícii regulácia hladiny v ostatných piatich pracujúcich PG.

V časti vstupných signálov z meracích obvodov hladiny v PG je systém realizovaný tromi samostatnými meracími obvodmi hladiny pre každý PG. V prípade vzniku jednoduchkej poruchy na niektorom MO táto ovplyvní iba jeden PG, pričom sú k dispozícii ešte dva MO.

V časti akčných členov regulácie prietoku vo výtlaku HNČ1 a 2 je regulácia realizovaná samostatnou trasou pre každú časť systému. V prípade neprevádzkyschopnosti (zlyhání) jednej časti systému je k dispozícii druhá rezervná prevádzkyschopná časť, schopná plniť požadovanú projektovú funkciu systému ako celku.

V časti vstupných signálov z meracích obvodov pre každý regulačný obvod je vstupná hodnota merania prietoku vyhodnocovaná z dvoch snímačov – výberom 1 z 2 snímačov. V prípade vzniku jednoduchkej poruchy táto porucha neovplyvní činnosť regulácie a do regulátora vstupuje hodnota z funkčného snímača.

V časti akčných členov regulácie hladiny v NN pri havarijnom dopĺňovaní NN je regulácia prietoku realizovaná dvomi paralelne umiestnenými RV. V prípade neprevádzkyschopnosti jedného akčného členu je k dispozícii druhý prevádzkyschopný akčný člen, schopný plniť projektovú funkciu systému z hľadiska požadovaného dopĺňovania NN (demivodou) ako celku.

V časti vstupných signálov z meracích obvodov pre každý regulačný obvod je vstupná hodnota merania hladiny v NN resp. prietoku demivody za čerpadlami vyhodnocovaná z dvoch snímačov – výberom 1 z 2 snímačov. V prípade vzniku jednoduchkej poruchy táto porucha neovplyvní činnosť regulácie a do regulátora vstupuje hodnota z funkčného snímača.

V časti akčných členov regulácie hladiny v technologickom kondenzátore pri odpúšťaní kondenzátu do ZNK je regulácia realizovaná pre každý technologický kondenzátor samostatne. V prípade neprevádzkyschopnosti jedného akčného členu je postihnutý iba jeden technologický kondenzátor, druhý je spôsobilý plniť projektovú funkciu systému TK ako celku.

V časti vstupných signálov z meracích obvodov pre každý regulačný obvod je vstupná hodnota merania hladiny v príslušnom TK vyhodnocovaná z dvoch snímačov – výberom 1 z 2 snímačov. V prípade vzniku jednoduchkej poruchy táto porucha neovplyvní činnosť regulácie a do regulátora vstupuje hodnota z funkčného snímača.

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

U systémov nezarađených do BT sa plnenie kritéria jednoduchkej poruchy nepožaduje.

6.5.6.2.2.5 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Vo vykonávacom projekte a pri realizácii prevádzkových riadiacich systému SAS je plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou (CCF) pre dosiahnuté spôsobmi:

- Oddelenie funkcií kategórie B a C podľa [II.6] je zabezpečené rozdelením systému SAS do dvoch podsystémov SAS1 a SAS2.
- Nezávislosť jednotlivých redundantných častí systémov SAS:
 - Inštaláciou zariadenia do rôznych požiarnych úsekov (miestností) a s odlišným silovým napájaním.
 - Separovanými trasami komunikácie.
- Oddelenie redundantných komponentov:
 - Samostatnými poistkami pre AP a FUM.

- Oddelenými komunikačnými procesormi a komunikačnými prepojeniami v líniiach PICS-AP a AP-FUM.
- Dispozičné umiestnenie meracích členov a koncových členov jednotlivých regulátorov v rôznych miestnostiach SO

Akčné členy jednotlivých technologických systémov sú chránené proti poruche zo spoločnej príčiny realizáciou silového napájania pohonov z odlišných elektrických prívodov (viď kapitola 6.5.6.2.1.4.8).

Signály z redundantných meracích obvodov toho istého technologického parametra pre určitú funkciu (reguláciu), ako aj výstupné signály na AČ, sú spracovávané v rôznych I/O kartách funkčného modulu pre rozhranie poľa, z ktorého sú aj napájané. V prípade zlyhania jednej karty preberajú zber signálov alebo výstup signálov ostatné karty bez prerušenia činnosti regulačného obvodu. Redundantné FUM moduly sú zasunuté do rôznych roštov so samostatným isteným napájaním [I.30].

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Platia tie isté princípy, ktoré sú popísané v bode a).

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Systém PAS splňuje požiadavky kritéria poruchy zo spoločnej príčiny svojím projektovým riešením (nezávislosť redundantných častí PAS, oddelenie redundantných komponentov, napájanie AČ, spracovanie signálov z MO a signálov na AČ, redundancia FUM modulov, zálohovanie činnosti I/O kariet).

V realizácii riadiacich systémov SAS1,2 a PAS je uplatnený princíp, že sú funkčne nezávislé a separované navzájom a od ostatných systémov SKR (PICS, SICS). Poskytujú vnútorne implementované riešenie samokontroly a samo testovania.

6.5.6.2.2.5.1 Diverzita

Pre riadiace systémy SAS a PAS nie je požadovaná diverzita.

V časti ovládania činnosti akčných členov, ktoré sú normálne (systém SAS a PAS je prevádzkyschopný) riadené príslušnými regulátormi, je diverzita zabezpečená možnosťou diaľkového ručného riadenia z bezpečnostných panelov SICS, ktorých výstupy sú pevne pripojené do funkčných modulov FUM prevádzkových riadiacich systémov SAS a PAS.

6.5.6.2.2.5.2 Oddelenie

a) Regulátory pre bezpečnostné systémy

Zariadenia jednotlivých redundancií riadiaceho systému SAS1 sú fyzicky oddelené v rôznych miestnostiach SKR (viď kapitola 6.5.6.2.5.1). Obidve redundancie systému SAS1, vrátane komunikačných línií, vykonávajú tie isté projektové funkcie v režime „horúcej rezervy“.

Regulačné ventily prietoku SHNČ a havarijnej hladiny v PG sú inštalované v rôznych miestnostiach bloku. Príslušné meracie obvody, zo ktorých sa vykonáva výsledný signál pre konkrétnu reguláciu, sú realizované samostatne, sú pripojené do rôznych vstupných kariet FUM a sú aj oddelene z týchto kariet napájané.

b) Regulátory pre systémy so vzťahom k bezpečnosti

Pre oddelenie riadiaceho systému SAS2 platí rovnaké princípy, ktoré sú popísané v bode a).

Regulačné ventily MNH a VNH sú inštalované samostatne v hlavnej potrubnej napájacej línii (malá a veľká napájacia hlava) príslušajúceho PG.

Regulačné ventily riadenia prietoku za HNČ1,2 sú inštalované, každý v samostatnej potrubnej napájacej línii príslušného HNČ1,2 a pripojených do príslušných polokolektorov napájania PG. .

Regulačné ventily riadenia prietoku havarijného dopĺňovania NN sú inštalované na spoločnej potrubnej napájacej línii v paralelnom usporiadaní.

Regulačné ventily riadenia prietoku kondenzátu z TK do ZNK sú inštalované samostatne v potrubnej línii z príslušného TK s vyústením do spoločného odvodného potrubia do ZNK.

Príslušné meracie obvody regulačných okruhov sú riešené z hľadiska „oddelenia“ tak, že každý regulačný ventil má svoje meracie obvody pre meranie hladiny resp. prietoku a platí pre nich tie isté princípy, ktoré sú popísané v bode a).

c) Regulátory pre systémy normálnej prevádzky

Riadiaci systém PAS je vyprojektovaný tak, že splňuje požiadavky na fyzické oddelenie svojich redundantných častí, vrátane dátových komunikačných liniek, na oddelenie silového napájania redundancií, oddelenie vstupných signálov z meracích obvodov.

Oddelene sú realizované dva RV PSK na jednej turbíne, riadené spoločným regulátorom pre obe turbíny. Oddelene sú realizované aj dva RV tlaku pary v kolektore 0,7 MPa a RV prepúšťania kondenzátu z HK do CHÚV.

6.5.6.2.2.5.3 Kritérium bezpečnej poruchy

Všetky časti zariadenia regulačných okruhov pre bezpečnostné systémy a systémy so vzťahom k bezpečnosti sú vyprojektované a realizované tak, že ich riadiace časti (SAS1,2) a periférne komponenty (AČ, MO) majú schopnosť prejsť pri svojom zlyhaní do bezpečného stavu bez nutnosti iniciovania akejkoľvek činnosti.

Hodnotenie splnenia kritéria bezpečnej poruchy riadiaceho systému SAS je uvedené v dokumente [I.30].

Pre meracie obvody technologických parametrov, ktoré sú využívané pre výpočet maximálnej alebo minimálnej hodnoty meraného parametru, ktoré sú potom využívané ako skutočné hodnoty do vstupu regulátorov, platí že v riadiacom systéme je implementovaný algoritmus overovania validity vstupných signálov s generovaním alarmov „fault“ pre nevalidné signály a algoritmus výpočtu požadovanej hodnoty (MAX, MIN) s generovaním alarmov „fail“ pre zlyhanie výpočtového algoritmu. V tom prípade sa na výstup algoritmu zasiela prednastavená hodnota, ktorá zabezpečuje, že nedôjde k nežiadúcemu správaniu regulačného obvodu, alebo je zabezpečené, že dôjde k prepnutiu regulačného obvodu z režimu „AUT“ do „RUČ“. Ďalšie riadenie technologického parametra (v našom prípade napr. prietoku vo výtlaku čerpadiel SHNČ alebo hladiny vody v PG v havarijnom režime) sa uskutočňuje (je k dispozícii operátorovi) z bezpečnostného panelu SICS.

V prípade AČ – priebežných regulačných ventilov, keď dôjde napr. ku strate napájania pohonu počas činnosti, dochádza k zastaveniu v tej istej polohe a ako náhle je dosiahnutý definovaný rozdiel medzi požadovanou a skutočnou polohou RV, je signalizovaná diskrepancia polohy.

Pre regulátory II.O. v systémoch normálnej prevádzky, ktoré nie sú klasifikované do BT sa plnenie kritéria bezpečnej poruchy neuplatňuje.

6.5.6.2.2.6 Analýza spoľahlivosti

Pre regulátory II.O. určené na riadenie technologických parametrov bezpečnostných systémov a systémov so vzťahom k bezpečnosti sú v hardvérových prostriedkoch implementované funkcie kategórie A, B resp. C podľa [II.6]. Pre jednotlivé kategorizované funkcie boli v zmysle uvedenej normy explicitne kvantifikované požiadavky na spoľahlivosť v úvodnom projekte [I.21].

Regulátory pre systémy sekundárneho okruhu vykonávajú funkcie kategórie A, B, C a N (viď. v texte kap. 6.5.6.2.1.3), klasifikované podľa štandardu [II.6].

Pre uvedené technologické systémy bloku, ktorých súčasťou sú implementované funkcie hodnotených regulátorov II.O., boli vykonané analýzy spoľahlivosti, prezentované v dokumente vykonávacieho projektu [I.56]:

- a) Systém superhavarijného napájania PG
- b) Systém havarijného napájania PG
- c) Systém hlavných napájacích čerpadiel
 - Odvod tepla z I.O. do II.O. - 2 slučky (strata 5 slučiek)
 - Odvod tepla z I.O. do II.O. - 6 zo 6 slučiek
 - Porucha uzatvorenia elektroarmatúr - pripojení NN
- d) Systém demi-vody 1 MPa
 - Demi-voda 1 MPa - nieje dodávka vody do NN
- e) Systém dochladzovania bloku
 - Dochladzovanie bloku cez technologický kondenzátor

Poznámka:

Kvantitatívnym výsledkom analýz je tzv. súčiniteľ strednej nepohotovosti (stredná nepohotovosť), ktorý vyjadruje pravdepodobnosť, že daný systém nebude schopný plniť svoju funkciu, pričom táto stredná hodnota je výsledkom simulácie v uvažovanom časovom intervale.

Výsledky spoľahlivostných analýz vo vykonávacom projekte pre konkrétne regulátory II.O. preukázali, že spoľahlivosť regulátoru v príslušnom hodnotenom systéme je tá istá alebo lepšia, ako analýzami stanovená spoľahlivosť celého hodnoteného systému [I.56].

6.5.6.2.2.7 Kvalifikácia systému

Zariadenia regulátorov II.O musia byť kvalifikované na podmienky prostredia, v ktorom sú umiestnené. Funkčnosť zariadení za podmienok odlišných od normálnych podmienok je určená funkciou, ktorú zariadenie musí vykonávať počas týchto abnormálnych podmienok. SKK sa musí kvalifikovať za účelom potvrdenia, že sú schopné počas životnosti plniť požiadavky na vykonávanie bezpečnostných funkcií i v prípade, že sú vystavené podmienkam prostredia.

Požiadavky na kvalifikáciu pozostávajú zo stanovenia kvalifikačných požiadaviek, preukázania a dokladovania plnenia kvalifikačných požiadaviek. Dokladovanie funkčných vlastností a odolnosti voči prostrediu je preukázané výsledkami typových skúšok. Softvér je kvalifikovaný v súlade s normami určenými pre digitálne SKR bezpečnostných systémov JE a systémov so vzťahom k bezpečnosti.

Kvalifikácia zariadení regulátorov II.O je spracovaná v zmysle požiadaviek uvedených v nasledujúcich dokumentoch :

- Metodika pre zabezpečenie komplexnej kvalifikácie konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok / Methodology for complex qualification of structures, systems and components assurance of Mochovce NPP Unit 3 and 4 / [I.40].
- Požiadavky na hodnotenie seizmické odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok [I.41].
- Metodika na vypracovanie a aktualizáciu preukaznej dokumentácie technologického zariadenia pre MO34 [I.42].

Hodnotenie kvalifikácie ústredných členov regulátorov II.O v rozsahu regulátorov II.O dôležitých z hľadiska bezpečnosti (SAS1,SAS2) resp. pre ostatné, z hľadiska bezpečnosti nedôležité regulátory II.O (PAS), je obsiahnuté v kvalifikačnom hodnotení príslušnej platformy celého riadiaceho systému PCS, ktorého sú tieto regulátory súčasťou, a je uvedený v [I.30].

Pre ostatné časti regulátorov II.O (celé meracie okruhy a akčné členy) dôležitých z hľadiska bezpečnosti i pre regulátory II.O nedôležité z hľadiska bezpečnosti sú definované kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej, ako aj počas havarijných situácií.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je dokladované v príslušných kvalifikačných protokoloch pre vybrané zariadenia, napr. [I.43], ktoré sú súčasťou STD dodávateľa a sú k dispozícii u žiadateľa o licenciu v súhrnnej databáze. Prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie predmetného zariadenia je uvedený v [I.63].

6.5.6.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie

Z dôvodov uvedených v kap. 6.5.6.2.1.2. vyššie na systém regulátorov II.O sú uplatňované všeobecné požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.1] v prílohe č.3 v časti B/I (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.36] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.1] je uvedený na konci tejto kapitoly):

L. Bezpečnostné systémy a riadiace systémy

a) Požiadavky na vybrané zariadenia

Ústredné členy regulátorov, ich príslušné meracie obvody a regulačné armatúry, zaradené do skupiny vybraných zariadení, splňujú požiadavky kladené na vybrané zariadenia podľa dokumentov PLKVZ (viď kapitola 6.5.6.2.2.1).

b) Kategorizácia regulačných obvodov

Regulačné obvody, popísané v kapitolách 6.5.6.2.1.5.1 a 6.5.6.2.1.5.2, vykonávajú svoje funkcie pre systémy, kategorizované podľa [II.1] ako bezpečnostné systémy. Kategorizácia ich ústredných členov - SAS1, meracích členov (príslušné meracie obvody) a koncových členov (príslušné regulačné armatúry) odpovedá kategorizácii regulačných obvodov.

Princíp tej istej kategorizácie celého reťazca (od snímača po akčný člen) platí aj v prípade regulačných obvodov pre systémy so vzťahom k bezpečnosti podľa kapitol 6.5.6.2.1.5.3 a 6.5.6.2.1.5.4 a pre systémy normálnej prevádzky, podľa kapitol 6.5.6.2.1.5.5 až 6.5.6.2.1.5.7 ktoré nie sú kategorizované.

c) Redundancia a plnenie kritéria jednoduchšej poruchy

Ústredné členy regulačných obvodov sú realizované v svojich procesných a komunikačných častiach redundantne. Splňujú tým kritérium jednoduchšej poruchy. Jednoduchá porucha na úrovni I/O modulov je tým

obmedzená iba na jeden subsystém. V prípadoch, kedy jednoduchá porucha na úrovni I/O modulov vedie k významnému poklesu dostupnosti bloku, má systém implementované logiky výberu medzi meracími kanálmi, rozloženými v rôznych I/O moduloch.

Systémové rozdelenie funkcií a použitie viacnásobných meracích kanálov v rámci systému spolu s priradením priorít príkazov medzi rôznymi SKR, zaisťuje, že porucha v rámci SAS alebo PAS nepovedie k udalosti (definovanej v [I.38]), a to aj počas údržby a/alebo periodickej skúšky.

Redundantné riešenie prispieva k zvýšeniu spoľahlivosti, funkčnej bezpečnosti zariadení a k priaznivému priebehu prechodových procesov pri abnormálnych stavoch.

Z pohľadu celého systému napájania PG je požiadavka napájania zaistená tromi nezávislými systémami – normálnym napájaním, havarijným napájaním a superhavarijným napájaním. Pri stave bezpečného odstavenia a udržiavania v bezpečnom stave sú k dispozícii dva nezávislé systémy (systém havarijného napájania a systém superhavarijného napájania), z nich každý je dvojnásobne (systém HNC) resp. trojnásobne (systém SHNC) redundantný, pričom k zaisteniu napájania postačuje iba časť redundantného systému. Každá redundantná časť má vlastný autonómny systém riadenia (požiadavka na odolnosť voči jednoduchej poruche nie je aplikovateľná na jednotlivé autonómne systémy, ale na celé redundantné časti. Pri takto vyprojektovanej konfigurácii, kedy hlavná úloha pri zaistení napájania PG pri bezpečnom odstavení a udržiavaní v bezpečnom stave pripadá na systém havarijného napájania a pri rezerve systému superhavarijného napájania je systém napájania (vrátane jeho riadenia) dostatočne odolný voči jednoduchej poruche.

d) Plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou

Plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou (CCF), ktorá by viedla na celkový výpadok systému SAS alebo PAS, je zaistené existenciou vyššie klasifikovaného SKR (bezpečnostné panely SICS), pomocou ktorého je jadrový blok prevedený do bezpečného stavu.

e) Kvalifikácia zariadení

Systémy SAS a PAS [II.30], ich príslušné meracie obvody a akčné členy sú kvalifikované na plnenie požiadaviek okolitého prostredia, v ktorom sú inštalované, požiadaviek EMC, životnosti zariadenia, seizmicity (kapitola 6.5.6.2.2.2).

f) Seizmicita

Regulačné obvody splňujú požiadavky na seizmickú odolnosť vo všetkých svojich častiach podľa svojej seizmickej kategorizácie (kapitola 6.5.6.2.8).

V porovnaní vyhlášok ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.1] a 430/2011 Z.z. [II.36] sú v Prílohe č.3 časť B, I. článok L niektoré rozdiely v požiadavkách na bezpečnostné systémy a riadiace systémy.

Bodu (11) podľa [II.1] zodpovedá bod (14) podľa [II.36], zmena znenia nemá vplyv na splnenie uvedeného kritéria.

Bodu (13) podľa [II.1] zodpovedá bod (16) podľa [II.36], zmena znenia nemá vplyv na splnenie uvedeného kritéria.

Bodu (16) podľa [II.1] zodpovedá bod (19) a (20) podľa [II.36], zmena znenia nemá vplyv na splnenie uvedeného kritéria.

Porovnaním vyhlášok [II.1] a [II.36] môžeme konštatovať, že zaradenie vybraných regulátorov I.O. do bezpečnostnej triedy sa nemení: trieda III sa nemení a trieda IIIk je nahradená triedou IIIj.

Požiadavky definované na systém regulátorov v bodoch ktoré možno aplikovať podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.1] 5,6,8,9,11,12,13,16 sú totožné s požiadavkami v bodoch 5,6,8,11,14,15,16,19,20 Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.36].

Záverom možno konštatovať, že projekt regulátorov II.O. spĺňa všetky požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.1] ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.36].

LITERATÚRA

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

- [I.1] Qualification Process for Operational IaC
- [I.2] Function Specification Group C3
- [I.3] Function Specification Group C5
- [I.4] Koncept automatizácie
- [I.5] Koncept regulácie s uzavretou slučkou
- [I.6] Koncept regulácie s otvorenou slučkou
- [I.7] Použité kódy a štandardy
- [I.8] Prevádzkové inštrukcie pre SPPA-T2000 AS 620B R903
- [I.9] Systémy SPPA-T2000 a parametre prostredia
- [I.10] DPS 3.10.01 Hlavné regulátory bloku - II.O. DPS 3.10.02
- [I.11] DPS 3.10.02 Popis regulačných okruhov a vypočítavaných veličín
- [I.12] Priority Actuator Control Interfacing
- [I.13] Servis Concept for SPPA T-2000 Based Systems
- [I.14] Surveillance Concept for SPPA T-2000 Based Systems
- [I.15] SPPA T-2000 Bus System
- [I.16] Support Document for Overwiew Over IEC-categories, BT-classes and Seismic Categories
- [I.17] Electrical Load and Secondary Side Pressure Control Philosophy
- [I.18] Power Supply Concept for Main I&C
- [I.19] Požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia MO34 v procese spúšťania a prevádzky
- [I.20] Predbežný prevádzkový predpis turbíny Mochovce 265 MW
- [I.21] PBS MO34, kapitola 06.04.01 Systémy SKR dôležité pre bezpečnosť
- [I.22] PLKVZ - 2. ETAPA - REGULACNÍ ARMATURY – BT2 (3.BLOK)
- [I.23] PLKVZ - 2. ETAPA - REGULACNÍ ARMATURY – BT2 (4.BLOK)
- [I.24] PLKVZ - 2. ETAPA - POTRUBNÍ SYSTÉMY LBA,LAB DPS 01.07 (3.BLOK)
- [I.25] PLKVZ - 2. ETAPA - POTRUBNÍ SYSTÉMY LBA,LAB DPS 01.07 (4. BLOK)
- [I.26] PLKVZ - 2.ETAPA - POTRUBNÍ TRASY SYSTÉMU LAR – BT2 (3.BLOK)
- [I.27] PLKVZ - 2.ETAPA - POTRUBNÍ TRASY SYSTÉMU LAR – BT2 (4.BLOK)
- [I.28] PLKVZ - 2.ETAP - POTRUBNÍ TRASY – BT3 (3.BLOK)
- [I.29] PLKVZ - 2.ETAP - POTRUBNÍ TRASY – BT3 (4.BLOK)

- [I.30] PpBS MO34, Kapitola 06.05.05.07 Riadiaci systém bloku – PCS (PAS, SAS1, SAS2)
- [I.31] Valve Data Sheet BT2
- [I.32] Seznam armatur DPS 3.06.01
- [I.33] Valve Data Sheet Commercial Ground, 3. blok
- [I.34] Valve Data Sheet BT3
- [I.35] Valve Data Sheet Commercial Ground, 4. blok
- [I.36] List of Measurements for Function Groupe C3
- [I.37] List of Measurements for Function Groupe C5
- [I.38] PBS MO34, kapitola 05.02 Splnenie projektových požiadaviek, kritérií a cieľov
- [I.39] Datasheet
- [I.40] Methodology for complex qualification of structures, systems and components assurance of Mochovce NPP Unit 3 and 4 # Metodika pre zabezpečenie komplexnej kvalifikácie konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok
- [I.41] Požiadavky na hodnotenie seizmické odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4 blok
- [I.42] Metodika na vypracovanie a aktualizáciu preukaznej dokumentácie technologického zariadenia pre MO3,4
- [I.43] Kvalifikační protokol způsobilosti - armatury se servopohonem Auma
- [I.44] Protokol kvalifikační způsobilosti - potrubí seizmické kategorie 1b
- [I.45] Abbreviations and Term List
- [I.46] Functional Group C1 Logic Diagram, Attachement 1
- [I.47] Functional Group C3 Logic Diagram
- [I.48] Functional Group C5 Logic Diagram
- [I.49] P&ID I&C Feedwater Pumps, Unit 3
- [I.50] P&ID I&C SHN, Pumps SHN and HDC, Unit 3
- [I.51] Kontrolní seismický výpočet - regulační armatury AZ23
- [I.52] P&ID I&C Demineralised Water Supply
- [I.53] Axonometrie potrubních tras LAR11, podlaží -6,5 m
- [I.54] Axonometrie potrubních tras LAR12, podlaží -6,5 m
- [I.55] Axonometrie potrubních tras LAR13, podlaží -6,5 m
- [I.56] Analýza systémov
- [I.57] Rozvod demivody 0,4 MPa a 10, MPa na 3. a 4. bloku
- [I.58] Meranie na PG31-PG36
- [I.59] P&ID Main Steam Unit3

- [I.60] List of Measurements for Function Group C1
- [I.61] P&ID Feedewater pumps Unit 3
- [I.62] Valve Data Sheet SC3 – Unit 4
- [I.63] Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34
- [I.64] Legislatíva, licencovanie a normatívne požiadavky vo vzťahu k dozorným orgánom,
- [I.65] Koncept riadenia akčných orgánov,
- [I.66] EMC požiadavky, ÚJV- EGP
- [I.67] WP 04.1 Koncept bezpečnej prevádzky
- [I.68] Environmental Characteristics
- [I.69] DPS3.10.02 Popis regulačných okruhov a vypočítávaných veličín
- [I.70] Spoločná dokumentácia elektročasti
- [I.71] , WP 04.1 Revize a dopracování ÚP pro MO34, PS 3.07 Vnitřní spojovací potrubí sekundární části, DPS3.07.01, 3.07.06 technická zpráva
- [I.72] WP5.2, Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried - databáza
- [I.73] Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried - textová časť
- [I.74] Společná dokumentace SKŘ

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

- [II.1] 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.2] Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 11/2006
- [II.3] 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.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] IAEA NS-G-1.6 Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants
- [II.6] STN IEC 61226 Jaderné elektrárny - Systémy kontroly a řízení důležité pro bezpečnost - Klasifikace kontrolních a řídicích funkcí, leden 2006
- [II.7] IEC 61000-4-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-2: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči elektrostatickým výbojom, Základné EMC publikácie (01/1995)
- [II.8] IEC 61000-4-3 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-3: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči vyžarovanému, rádiovému a elektromagnetickému poľu, (11/2007)
- [II.9] IEC 61000-4-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-4: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči rýchlemu prechodovému deju/ vysokofrekvenčný impulz (07/2004)

- [II.10] IEC 61000-4-5 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-5: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti proti prepätiu (07/2004)
- [II.11] IEC 61000-4-6 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-6: Skúšobné a meracie techniky - Odolnosť voči šírenému rušeniu, indikovanému rádio-frekvenčnými poľami
- [II.12] 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)
- [II.13] 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)
- [II.14] IEC 61000-4-12 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 4-12: Skúšobné a meracie techniky - Skúška odolnosti voči kruhovej vlne (09/2006)
- [II.15] IEC 61000-6-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 6-2: Všeobecné normy - Odolnosť voči priemyselným prostrediam
- [II.16] IEC 61000-6-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Časť 6-4: Všeobecné normy - Norma emisií pre priemyselné prostredia
- [II.17] IEC 60068-2-1 Environmentálne skúšky, Časť 2-1: Skúšky - Skúška A: Chlad (03/2007)
- [II.18] IEC 60068-2-2 Environmentálne skúšky, Časť 2-2: Skúšky - Skúška B: Suché teplo (07/2007)
- [II.19] IEC 60068-2-6 Environmentálne skúšky, Časť 2-6: Skúšky - Skúška Fc: Vibrácie (sínusoidné) (03/2007)
- [II.20] IEC 60068-2-14 Environmentálne skúšky, Časť 2-14: Skúšky - Skúška N: Zmena teploty (01/1984)
- [II.21] IEC 60068-2-27 Environmentálne skúšky, Časť 2-27: Skúšky - Skúška Ea a návod: Náraz (02/2008)
- [II.22] IEC 60068-2-30 Environmentálne skúšky, Časť 2-30: Skúšky - Skúška Db: Vlhké teplo, cyklické (12h+12h cyklus) (08/2005)
- [II.23] IEC 60068-2-57 Environmentálne skúšky, Časť 2-57: Skúšky - Skúška Ff: Vibrácie - metóda časového priebehu (11/1999)
- [II.24] IEC 60068-2-78 Environmentálne skúšky, Časť 2-78: Skúšky - Skúška Cab: Vlhké teplo - ustálený stav (08/2001)
- [II.25] IEC 60 980 Odporúčané postupy pre seizmickú kvalifikáciu elektrických zariadení bezpečnostného systému jadrových elektrární (06/1989)
- [II.26] Zákon NR SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [II.27] 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.28] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ISBN 978-80-88806-73-8, ÚJD SR, Bratislava, 11/200

- [II.29] IAEA Safety Standards Series No. NS-R-1 – Safety of Nuclear Power Plants: Design – Requirements
- [II.30] IEC 61508 Standard for Functional Safety of Electrical/ Electronic/ Programmable Electronic Safety-related systems
- [II.31] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 01/2014
- [II.32] 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.33] Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008 Pripomienky k rozsahu a obsahu PBS pre MO34
- [II.34] Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť, PNM34361188
- [II.35] Rozhodnutie ÚJD SR no. 63/2015. Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa dokumentov PNM34361188 a PNM34361189
- [II.36] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 6.5.6.2-1 Prehľad plnenia bezpečnostných funkcií	9
Tabuľka 6.5.6.2-2 Regulátory II.O. - Bezpečnostné systémy.....	9
Tabuľka 6.5.6.2-3 Regulátory II.O. - Systémy so vzťahom k bezpečnosti.....	10
Tabuľka 6.5.6.2-4 Prehľad regulátorov II.O.....	13