

## Technická správa

# Predprevádzková bezpečnostná správa



## Kapitola 6.5.6.4 Prevádzková diagnostika I.O.

**Stavba:** Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť

**Construction:** 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island

**Stavebník:** Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce

**Constructor:** Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

SE Rev	Date / Dátum	LC	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil	Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil		
				Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	4	SEC. INDEX / INDEX utajenia	Company use/P
				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: 14		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: PNM34361056		A4	6.01	RS	Z	8	
 * P N M 3 4 3 6 1 0 5 6 1 4 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
				1	32				

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436105614_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 01.10.2019			
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	• 01.10.2019		
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•		
Checked by / Kontroloval:			• VUJE a.s.	• 0530	• 01.10.2019		
Verified by / Overil:			• VUJE a.s.	• 0720	• 01.10.2019		
Approved by / Schválil:			• VUJE a.s.	• 1703	• 01.10.2019		

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

<b>Identification /</b> <b>Identifikácia</b> (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavec)	<b>Brief description of modification /</b> <b>Stručná charakteristika úpravy</b> (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	<b>Reason of modification /</b> <b>Dôvod úpravy</b> (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
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok SE	• Comment sheet No. MO34-CS- N012-20190927-004
•	•	•
•	•	•

# 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	• PNM3436105614_S_C00_V	• 14
2.	• Textová časť/Text part	• PNM3436105614_S_C01_V	• 14
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

## CONTENTS/OBSAH

CONTENTS/OBSAH.....	4
ZOZNAM SKRATIEK.....	6
6.5.6.4 PREVÁDZKOVÁ DIAGNOSTIKA I.O. ....	7
6.5.6.4.1 POPIS SYSTÉMU.....	7
6.5.6.4.1.1 Účel systému.....	7
6.5.6.4.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti.....	7
6.5.6.4.1.2.1 Bezpečnostné funkcie.....	8
6.5.6.4.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia.....	8
6.5.6.4.1.2.3 Popis systému.....	9
6.5.6.4.1.2.3.1 Monitorovanie únikov I.O. na princípe merania vlhkosti (MS – A).....	9
6.5.6.4.1.2.3.1.1 Meracia jednotka.....	9
6.5.6.4.1.2.3.1.2 Vyhodnocovacia jednotka.....	10
6.5.6.4.1.2.3.2 Monitorovanie únikov I.O. meraním emisie ultrazvukového poľa (MS–B).....	11
6.5.6.4.1.2.3.2.1 Snímače AE.....	11
6.5.6.4.1.2.3.2.2 Meracie jednotky.....	12
6.5.6.4.1.2.3.2.3 Vyhodnocovacia jednotka.....	12
6.5.6.4.1.2.3.3 Monitorovanie únikov I.O. na princípe merania rádioaktivity (MS–C).....	13
6.5.6.4.1.2.3.3.1 Odberový systém.....	14
6.5.6.4.1.2.3.3.2 Meracia jednotka.....	14
6.5.6.4.1.2.3.3.3 Vyhodnocovacia jednotka.....	14
6.5.6.4.1.2.3.4 Systém monitorovania voľných častí (MS–D).....	15
6.5.6.4.1.2.3.4.1 Centrálna vyhodnocovacia jednotka SVC.....	16
6.5.6.4.1.2.3.5 Systém monitorovania vibrácií I.O. (MS–E).....	17
6.5.6.4.1.2.3.5.1 Meracie trasy.....	17
6.5.6.4.1.2.3.5.2 Meracia jednotka SMV.....	17
6.5.6.4.1.2.3.5.3 Vyhodnocovacia jednotka.....	18
6.5.6.4.1.2.3.6 Systém monitorovania nešpecifikovaných zaťažení komponentov JE (MS–F).....	19
6.5.6.4.1.2.3.6.1 Meracie trasy MS-F.....	19
6.5.6.4.1.2.3.6.2 Meracia jednotka.....	19
6.5.6.4.1.2.3.6.3 Vyhodnocovacia jednotka.....	20
6.5.6.4.1.2.3.7 Systém monitorovania HCČ (MS–H).....	21
6.5.6.4.1.2.3.7.1 Meracie trasy.....	22
6.5.6.4.1.2.3.7.2 Meracia časť SHCČ.....	22
6.5.6.4.1.2.3.7.3 Vyhodnocovacia časť SHCČ.....	22
6.5.6.4.1.2.3.8 Systém neutrónovej šumovej diagnostiky (in-core, ex-core) (MS – S).....	23
6.5.6.4.1.2.3.9 Systém monitorovania náklonu TNR (MS–R).....	24
6.5.6.4.1.2.3.9.1 Meracie trasy.....	24
6.5.6.4.1.2.3.9.2 Riadiaci a vyhodnocovací počítač.....	25
6.5.6.4.1.2.3.9.3 Zobrazovacia jednotka.....	25
6.5.6.4.1.2.3.10 Nadstavbový systém diagnostiky (MS – N).....	26
6.5.6.4.1.2.3.10.1 Funkčné vlastnosti systému.....	26
6.5.6.4.1.2.4 Funkcie systému.....	27
6.5.6.4.1.2.5 Elektrické napájanie.....	27
6.5.6.4.1.3 Činnosť obsluhy.....	27
6.5.6.4.1.4 Popis prevádzkových režimov.....	27
6.5.6.4.1.5 Detailné prvky projektu.....	27
6.5.6.4.1.5.1 Dispozičné riešenie.....	27
6.5.6.4.1.5.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky.....	27

6.5.6.4.2	TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU.....	28
6.5.6.4.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia.....	28
6.5.6.4.2.2	Seizmická odolnosť .....	28
6.5.6.4.2.3	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.....	28
6.5.6.4.2.3.1	Diverzita .....	28
6.5.6.4.2.3.2	Oddelenie.....	28
6.5.6.4.2.4	Kritérium bezpečnej poruchy.....	28
6.5.6.4.2.5	Analýza spoľahlivosti .....	29
6.5.6.4.2.6	Kvalifikácia systému .....	29
6.5.6.4.3	BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE.....	30
	LITERATÚRA .....	31

## ZOZNAM SKRATIEK

Slovensky	English	Význam slovensky	English meaning
AE	AE	akustická emisia	acoustic emission
BD	MCR	bloková dozorňa	main control room
BO	BO	bežná oprava	scheduled repair
DPS	DPS	dielčí prevádzkový súbor	elementary subsystem
DS	DS	diagnostický systém	diagnostic system
EMC	EMC	elektromagnetická kompatibilita	electromagnetic compatibility
EMO12	EMO1,2	JE Mochovce 1. a 2. Blok	NPP Mochovce, units 1 and 2
FFT	FFT	rýchla Fourierova transformácia	fast Fourier transformation
GO	GO	generálna oprava	major overhaul
GW	GW	Gateway	gateway
HCČ	RCP	hlavné cirkulačné čerpadlo	reactor coolant pump
HCP	PCP	hlavné cirkulačné potrubie	primary circulation pipeline
HP	HP	hermetická priechodka	hermetic penetration
HZ	HZ	hermetická zóna	hermetic zone
HUMON	HUMON	Vlhkostný monitorovací systém	Humidity monitoring system
HW	HW	Hardvér	hardware
I.O.	I.O.	primárny okruh	primary circuit
IDS	IDS	Individuálny diagnostický systém	Individual diagnostic system
JE	NPP	jadrová elektrárňa	nuclear power plant
KO	KO	kompenzátor objemu	pressurizer
LBB	LBB	leak before break	leak before break
MO34	MO34	JE Mochovce 3. a 4. Blok	NPP Mochovce, unit 3 and 4
MS	MS	monitorovací systém	monitoring system
MS-A	MS-A	monitorovací systém A (HUMON)	monitoring system A (HUMON)
OPC	OPC	Protokol riadenia procesov	Open Process Control protocol
PG	SG	Parogenerátor	steam generator
PLC	PLC	Programovateľný logický automat	Programmable logic controller
PS	PS	prevádzkový súbor	elementary system
PICS	PICS	počítačový informačno riadiaci systém	Process information – control system
SHCČ	SHCČ	Systém monitorovania HCČ	Monitoring system of RCP
SKR	I&C	systém kontroly a riadenia	instrumentation and control
SMNR	SMNR	Systém pre monitorovanie náklonu TNR	System for monitoring the RPV inclination
SMV	SMV	Systém pre monitorovanie vibrácií	Vibration monitoring system
SO	CS	Stavebný objekt	Building
SPD	SPD	systém prevádzkovej diagnostiky	system of operational diagnostics
SVČ	SVČ	Systém voľných častí	Loose part monitoring system
STIS	STIS	Terminál systému PICS	Terminal of system PICS
TCP/IP	TCP/IP	primárny prenosový protokol/protokol sieťovej vrstvy	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TNR	RPV	tlaková nádoba reaktora	reactor pressure vessel
ÚJD SR	UJD SR	Úrad jadrového dozoru SR	Nuclear Regulatory Body of the SR
P	BD	úvodný projekt	basic design
VP	DD	vykonávací projekt	detail design

#### 6.5.6.4 PREVÁDZKOVÁ DIAGNOSTIKA I.O.

Kapitola popisuje systém prevádzkovej diagnostiky pre MO34, jeho štruktúru, určenie a väzby na technologický informačný systém so zameraním na kontinuálne monitorovanie stavu sledovaných technologických celkov pre potreby včasnej výstrahy pred vznikom anomálií.

Kapitola je súčasťou Predprevádzkovej bezpečnostnej správy MO34, vypracovaná je v súlade s požiadavkami Zákona o mierovom využití jadrovej energie [II.4], Vyhlášky ÚJD SR č. 31/2012 [II.3], Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10], Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.1], Vyhlášky ÚJD SR č. 431/2011 [II.2], BNS I.1.2/2008 [II.5]. s prihliadnutím k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 [II.12] ( v primeranom rozsahu.

##### 6.5.6.4.1 POPIS SYSTÉMU

###### 6.5.6.4.1.1 Účel systému

Účelom systému prevádzkovej diagnostiky je kontinuálne monitorovanie stavu vybraných technologických celkov a zber a vyhodnotenie vybraných technologických parametrov pre potreby včasnej výstrahy pred vznikom anomálií. Poskytuje technické prostriedky pre podporu plnenia požiadaviek zaistenia jadrovej bezpečnosti a spoľahlivej prevádzky, využíva sa aj pre minimalizáciu resp. optimalizáciu nákladov na preventívnu údržbu, opravy a revízie.

###### 6.5.6.4.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti

Prevádzková diagnostika pozostáva z navzájom nezávisle pracujúcich monitorovacích systémov.

Monitorovací systém	Názov
MS – A	Monitorovanie únikov I.O. na princípe merania vlhkosti
MS – B	Monitorovanie únikov I.O. na princípe merania emisie ultrazvukového poľa
MS – C	Monitorovanie únikov I.O. na princípe merania rádioaktivity
MS – D	Systém monitorovania voľných častí
MS – E	Systém monitorovania vibrácií I.O.
MS – F	Systém monitorovania nešpecifikovaných zaťažení komponentov JE
MS – H	Systém monitorovania HCČ
MS – S	Systém neutrónovej šumovej diagnostiky (in-core a ex-core)
MS – R	Systém monitorovania náklonu reaktora
MS – N	Nadstavbový systém diagnostiky

Vyhodnocovacie jednotky systémov sú sústredené v miestnosti diagnostickej dozorne bloku. V miestnosti diagnostiky je taktiež inštalovaný terminál pre prístup k diagnostickým parametrom v PICS bloku. Jednotky sú prepojené lokálnou počítačovou sieťou a systémy N a T majú pasívny prístup na terminálovú zbernicu PICS bloku. Každý systém má vlastnú štruktúru technických aj programových prostriedkov, vlastné meracie reťazce a vlastné spracovanie, vyhodnotenie a prezentovanie meraných a výstupných dát.

### **Monitorovanie únikov LBB**

Problematika ochrany pred vznikom ťažkej havárie z dôvodu narušenia integrity I.O. je riešená formou inštalácie systémov MS-A, B a C. Ich úlohou je včas detekovať únik primárneho média a zaistiť včasnú výstrahu pred rozvinutím veľkej havárie (LBB - Leak Before Break). Táto forma ochrany je použitá na všetkých blokoch JE v SR a je akceptovaná dozornými orgánmi ( ÚJD ) na základe [II.7].

Pre JE s VVER sa v zmysle [II.7] aplikuje požiadavka detekovateľnosti úniku primárneho chladiva 3.8 l/min do jednej hodiny. Pritom musia byť použité aspoň tri fyzikálne odlišné a navzájom nezávislé metódy detekcie. Táto požiadavka je na každom bloku JE riešená inštaláciou monitorovacích systémov využívajúcich:

- priame meranie vlhkosti vzduchu v hermetickej zóne,
- meranie aktivity aerosolov vo vzduchu priestorov hermetickej zóny,
- meranie vysokofrekvenčných kmitov v ultrazvukovej oblasti generovaných výtokom tlakového média.

#### **6.5.6.4.1.2.1 Bezpečnostné funkcie**

Úlohou systémov MS-A, B a C je včas detekovať únik primárneho média a zaistiť včasnú výstrahu pred rozvinutím veľkej havárie (LBB - Leak Before Break).

Tieto systémy v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a dokumentu Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried [II.9] sú zaradené do BT IV. Zaradenie je v zhode aj so znením vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.1].

Ostatné systémy nevyžadujú bezpečnostnú klasifikáciu.

#### **6.5.6.4.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia**

Zariadenia systému sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ [I.29] a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému TVD, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.4], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.1], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.1]).

**Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.1], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].**



Z uvedeného a s odvolaním na obsah a konštatovania kap. 6.4.5.5.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému prevádzková diagnostika I.O. požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.1]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, vid' §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

#### 6.5.6.4.1.2.3 Popis systému

##### 6.5.6.4.1.2.3.1 Monitorovanie únikov I.O. na princípe merania vlhkosti (MS – A)

Systém (MS-A) monitorovania únikov I.O. na princípe merania vlhkosti je kontinuálne pracujúci systém. Nepretržite sleduje vlhkosť na vybraných lokalitách I.O., ukladá namerané údaje do archívov, sleduje vývoj vlhkosti na meraných miestach, počíta trendy, pri prekročení limitných hodnôt generuje výstrahu resp. alarm a informuje nadradený systém (MS-N) o tomto stave.

Systém (MS-A) je jedným z troch nezávislých systémov, požadovaných pre sledovanie integrity primárneho okruhu jadrovej energetických zariadení. Jeho hlavnou úlohou je zabezpečiť spoľahlivú indikáciu únikov chladiva primárneho okruhu ako prvotnej výstrahy pred narušením integrity tlakového systému. Monitorovací systém spĺňa kritéria pre sledovanie únikov LBB. Kritérium LBB je pre primárny okruh jadrových elektrární definované podľa [I.15] a [II.7] nasledovne :

*zachytiť a indikovať únik média v časovom úseku do jednej hodiny od jeho vzniku s úrovňou detekčného limitu 3.8 l /min*

Systém poskytuje globálnu informáciu o existencii potenciálneho úniku s možnosťou určiť väčší sektor, kde únik nastáva. Monitorovaným priestorom je box parogenerátorov a šachta reaktora.

Systém je vybavený periodickým testovaním funkcie schopnosti. Testovanie funkcie schopnosti sa vykonáva privedením suchého vzduchu z testovacieho zdroja do vlhkostných meracích komôrok. Pri spustenom testovacom cykle sa postupne preveria všetky komponenty systému.

Systém (MS-A) pozostáva z týchto častí :

- **meracia jednotka** je tvorená dvomi časťami:
  - pneumatická časť vrátane odberového systému a
  - elektronická časť,
- **vyhodnocovacia jednotka** umiestnená na diagnostickom pracovisku.

##### 6.5.6.4.1.2.3.1.1 Meracia jednotka

Meracia jednotka autonómne zabezpečuje zber údajov z vlhkostných snímačov a namerané údaje archivuje v zásobníku. Veľkosť zásobníka umožňuje archivovať údaje zo všetkých kanálov (meracích aj technologických). Zberanie údajov je realizované s poslednými parametrami zadanými z vyhodnocovacej jednotky. Meracia jednotka vykonáva v definovanom časovom okamihu, alebo na povel test trás prostredníctvom suchého vzduchu.

##### Pneumatická časť

Pneumatická časť obsahuje prípojné miesta pre vzduchové trubičky, pneumatické ventily, meracie komôrky so snímačmi absolútnej vlhkosti a predzosilňovačmi, zdroj suchého vzduchu, ventilátory zabezpečujúce prietok meraného vzduchu.

Vzduchové trubičky sú z pružného plastu a miesta odberu možno meniť podľa potreby. Vzduch prúdi súčasne cez všetky meracie trubičky od odberných miest k sondám merajúcim absolútnu vlhkosť. Vzduch z

meracích kanálov je na výstupe združovaný do kolektora a ventilačnou jednotkou vŕhaný naspäť do monitorovaného priestoru.

Meracie reťazce vlhkosti generujú napäťové signály, ktoré sú paralelne digitalizované. Údajový koncentrátor komunikuje prostredníctvom siete s vyhodnocovacou jednotkou.

Všetky digitalizované dáta zo snímačov vlhkosti sú ukladané v pamäťovom zásobníku a na požiadanie sú prenášané do vyhodnocovacej jednotky. Údajový koncentrátor je schopný pracovať v autonómnom režime. Má dostatočnú pamäť na uloženie údajov (vrátane dátumu a času ich zberu) nezávisle od komunikácie s vyhodnocovacou jednotkou. Po obnovení spojenia je počítač vyhodnocovacej jednotky schopný automaticky načítať údaje z dátového koncentrátoru. Dátový koncentrátor tiež riadi celý systém elektromagnetických ventilov.

#### **6.5.6.4.1.2.3.1.2 Vyhodnocovacia jednotka**

Vyhodnocovacia a riadiaca jednotka pozostáva z osobného počítača triedy PC so štandardnými perifériami: monitor, klávesnica a myš. Predstavuje užívateľský interfejs operátora.

Užívateľské programové vybavenie systému beží na vyhodnocovacej a riadiacej jednotke dodávanej v stolnej verzii. Užívateľské programové vybavenie pracuje pod operačným systémom platformy Windows a umožňuje kompletne riadenie činnosti systému a analýzu nameraných a archivovaných dát. Poskytuje plnú podporu operátorovi pri klasifikácii stavu monitorovania.

Systém je schopný pracovať v sieťovom prostredí pod štandardným protokolom. Programové vybavenie pozostáva z modulov, ktoré pracujú autonómne. Komunikácia medzi nimi prebieha tak, že jednotlivé moduly môžu byť inštalované na rôznych počítačoch pripojených do siete. Toto riešenie umožňuje:

- diaľkový prístup k meraným a archivovaným dátam
- diaľkový prístup k parametrizácii systému

Programové vybavenie komunikuje s operátorom monitorovacieho systému prostredníctvom štandardných vstupno-výstupných zariadení: 22" LCD monitor, klávesnica, myš, ktoré vytvárajú užívateľské rozhranie pre operátora.

Monitorovací systém je prepojený prostredníctvom počítačovej siete s nadradeným systémom MS-N. Jeho súčasťou je aj prístup k sieťovým tlačiarňam. Programové vybavenie systému komunikuje s MS-N prostredníctvom protokolu.

**Systém posielá** na nadradený systém informácie:

- o stave systému,
- funkčnosti systému – ktoré trasy vykazujú poruchy,
- v akom režime sa nachádza - monitorovanie, testovanie trás, archivovanie,
- o aktuálnom stave vlhkosti v lokalite odberných miest,
- údajové prenosy s informáciami o udalostiach – časové priebehy, analýzy údajov,...

**Systém prijíma** od nadradeného systému tieto informácie:

- o časových značkách – synchronizácia času,
- požiadavky na údaje – časové priebehy, analýzy, ...

Systém nemá väzbu na iné systémy okrem systému MS-N

#### **6.5.6.4.1.2.3.2 Monitorovanie únikov I.O. meraním emisie ultrazvukového poľa (MS-B)**

Monitorovací systém (MS-B) je určený na monitorovanie AE na komponentoch I.O. bloku. Snímače pracujúce v ultrazvukovom pásme sú rozmiestnené na vybraných potrubných systémoch.

Prvou funkciou systému je monitorovanie únikov primárneho média na princípe merania emisie ultrazvuku (AE) na komponentoch I.O. bloku. Jeho úlohou je zachytiť vznik netesnosti a poskytnúť informácie o lokalizácii a kvantifikácii úniku.

**Systém** je jedným z troch nezávislých systémov, požadovaných pre sledovanie integrity primárneho okruhu jadroveoenergetických zariadení. Jeho hlavnou úlohou je zabezpečiť spoľahlivú indikáciu únikov chladiva primárneho okruhu ako prvotnej výstrahy pred narušením integrity tlakového systému. Monitorovací systém spĺňa kritéria pre sledovanie únikov LBB uvedené v kapitole 6.5.4.1.2.

Systém poskytuje globálnu informáciu o existencii potenciálneho úniku s možnosťou odhadnúť pravdepodobné miesto vzniku úniku a približne kvantifikovať jeho veľkosť. Monitorovaným priestorom sú všetky slučky I.O., hrdlová sekcia TNR, KO, PKO.

Systém je vybavený periodickým testovaním funkcie schopnosti. Testovanie funkcie schopnosti sa vykonáva postupným prepnutím všetkých snímačov do režimu pulzer, pri ktorom sa vysiela testovací signál, ktorý je detekovaný okolitými snímačmi. Pri spustenom testovacom cykle sa postupne preveria všetky komponenty systému.

Druhou funkciou systému je meranie akustickej emisie počas tlakových skúšok bloku JE. Tieto merania sú požadované dozornými orgánmi na blokoch JE ako súčasť materiálových kontrol. Systém sleduje a lokalizuje prípadné defekty, ktoré sa rozvíjajú v materiáli PO. V tomto prípade sú miesto kontinuálnych parametrov vyhodnocované parametre praskavej AE (hlavne emisné udalosti).

Systém pozostáva z týchto častí:

- **snímače AE** rozmiestnené na vybraných komponentoch I.O.,
- **meracie jednotky** umiestnené v dvoch ochranných skrinách ,
- **vyhodnocovacia (riadiaca) jednotka** umiestnená na diagnostickom pracovisku.

##### **6.5.6.4.1.2.3.2.1 Snímače AE**

Systém (MS-B) používa snímače AE na báze piezoelementov. Snímače pracujú na frekvenciách 100 – 500 kHz, t.j. v oblasti ultrazvuku. Snímače slúžia pre prevod mechanických elastických vln na elektrický signál. Signál je zosilnený a impedančne prispôsobený v predzosilňovači a koaxiálnymi káblami je vedený do meracích jednotiek.

Sú použité 2 typy snímačov a predzosilňovačov:

- Miniaturný snímač AE s integrovaným predzosilňovačom. Snímač je možno prepnúť do režimu pulzer. Tento režim je využívaný pre testovanie systému.
- Vysoko teplotný snímač do 350°C.

#### 6.5.6.4.1.2.3.2.2 Meracie jednotky

Meracie jednotky sú umiestnené v ochranných skriniach. Signál zo snímačov AE je privedený do meracích kanálových jednotiek. Ten je na vstupe zosilnený na požadovanú úroveň a zdigitalizovaný vzorkovacou frekvenciou. Ďalšie spracovanie sa vykonáva plne digitálne.

Meracia kanálová jednotka (MKJ) umožňuje vyhodnocovať nasledujúce parametre kontinuálnej AE:

- počet prekmitov cez dve nastaviteľné prahové,
- RMS hodnotu signálu.

MKJ ďalej hodnotí počet emisných udalostí, ktoré prevyšujú bežné šumové pozadie a tvarové parametre týchto udalostí:

- dobu začiatku a konce udalosti,
- maximálnu amplitúdu,
- počet prekmitov za dobu trvania udalosti,
- približnú hodnotu energie udalosti.

#### 6.5.6.4.1.2.3.2.3 Vyhodnocovacia jednotka

Vyhodnocovacia a riadiaca jednotka pozostávajúca z osobného počítača triedy PC so štandardnými perifériami : monitor, klávesnica a myš. Predstavuje užívateľský interfejs operátora.

Užívateľské programové vybavenie **systému** beží na vyhodnocovacej a riadiacej jednotke dodávanej v stolnej verzii. Užívateľské programové vybavenie pracuje pod operačným systémom platformy Windows a umožňuje:

- ochranu heslom proti neoprávnenému prístupu do systému,
- spojenie a komunikáciu s meracími jednotkami,
- nastavenie parametrov MKJ,
- definíciu alarmových podmienok,
- spustenie/ukončenie meraní,
- vykonanie testov meracích trás na príkaz operátora,
- uloženie konfigurácie (aktuálne nastavenia systémových parametrov),
- prezeranie monitorovaných parametrov v grafickej i numerickej forme,
- záznam monitorovaných parametrov, a to ako v podobe originálnych dát tak aj vo forme priemerov za dané obdobia,
- záznam začiatku a vývoja alarmových udalostí,
- záznamy o výsledkoch testových meraní,
- ovládanie externého spínača pre diaľkovú indikáciu alarmu,
- grafickú prezentáciu priebežne meraných dát a záznamov v minulosti,
- výstup protokolov na tlačiarňu alebo do databázového systému.

System je schopný pracovať v sieťovom prostredí pod štandardným protokolom. Toto riešenie umožňuje:

- diaľkový prístup k meraným a archivovaným dátam,
- diaľkový prístup k parametrizácii systému.

Monitorovací systém je prepojený prostredníctvom počítačovej siete s nadradeným systémom MS-N. Jeho súčasťou je aj prístup k sieťovým tlačiarňam. Programové vybavenie **systému** komunikuje s MS-N prostredníctvom OPC protokolu.

**System posielá** na nadradený systém informácie:

- o stave systému
- funkčnosti systému
- v akom režime sa nachádza - monitorovanie, testovanie trás
- o alarmovom stave
- o aktuálnych parametroch kontinuálnej AE na zvolených kanáloch

**System prijíma** od nadradeného systému tieto informácie:

- o časových značkách – synchronizácia času ,
- požiadavky na údaje.

#### **6.5.6.4.1.2.3.3 Monitorovanie únikov I.O. na princípe merania rádioaktivity (MS-C)**

Monitorovací systém (MS-C) je určený na monitorovanie únikov z I.O. do priestorov hermetickej zóny. Základom metodiky sledovania únikov chladiva I.O je kontinuálne meranie aktivity vybraných rádionuklidov, prítomných v atmosfére hermetickej zóny. Porušenie tesnosti (resp. integrity) tlakového rozhrania I.O. je detekované na základe prítomnosti rádionuklidu  $^{13}\text{N}$  v ovzduší hermetického priestoru. **System** trvale sleduje úroveň objemovej aktivity rádionuklidu  $^{13}\text{N}$  (v [Bq/m<sup>3</sup>]) vo vzdušnine odsávanej z HZ.

**System** je jedným z troch nezávislých (diverzifikovaných) systémov, pre sledovanie integrity primárneho okruhu. Jeho hlavnou úlohou je zabezpečiť spoľahlivú indikáciu únikov chladiva primárneho okruhu ako prvotnej výstrahy pred narušením integrity tlakového systému. Takáto havária predstavuje primárne ohrozenie prevádzky jadrovej energetického zariadenia a narušenie jej jadrovej bezpečnosti. Monitorovací systém spĺňa kritéria pre sledovanie únikov LBB uvedené v kapitole 6.5.4.1.2.

System poskytuje globálnu informáciu o existencii potenciálneho úniku. Na základe merania objemovej aktivity je stanovovaná úniková rýchlosť. Pri dokonalej tesnosti primárneho okruhu sa tieto produkty nachádzajú iba v chladive. Do atmosféry hermetickej zóny sa dostávajú iba cez poruchy tlakového rozhrania primárneho okruhu. V priebehu prevádzky reaktorového bloku je monitorovaná aktivita rádionuklidu  $^{13}\text{N}$ . Po odstavení reaktora, keď nie je  $^{13}\text{N}$  generovaný, je úniková rýchlosť stanovovaná z hodnôt objemových aktivít vzácnych plynov.

System pozostáva z:

- **odberového systému,**

- **monitorovacieho zariadenia,**
- **vyhodnocovacej jednotky.**

#### **6.5.6.4.1.2.3.3.1 Odberový systém**

Odberový systém je spoločný s radiačnou kontrolou VZT. Odberový systém vytvára reprezentatívnu vzorku atmosféry z celého objemu hermetickej zóny. Odberová trasa je vedená do detekčného bloku monitorovacieho zariadenia. Detekčný blok monitorovacieho zariadenia je spojený s odberovým systémom. Na vstupe vzorky vzdušiny do detekčného bloku je predradený aerosólový a jódový filter. Oba filtre sú uchytané v špeciálnom držiaku, ktorý umožňuje jednoduchú a rýchlu výmenu filtračnej vložky.

Výstup vzorky vzdušiny z detekčného bloku je vedený do monitorovacieho zariadenia. Systém je predradený odberovej trase pred monitorovacie zariadenie, nemodifikuje vzorku vzdušiny, a preto neprináša žiadne riziko funkčnosti týchto dvoch nezávislých monitorovacích zariadení.

#### **6.5.6.4.1.2.3.3.2 Meracia jednotka**

Meracia jednotka je založená na scintilačnom spektrometri. Monitorovacia jednotka obsahuje:

- Detekčný blok:
  - Scintilačný detektor,
  - Pb tienenie,
  - Meracia komora,
  - Prepojovacia skrinka,
  - Čistiaci aerosólový a jódový filter,
  - Lokálna procesorová a zobrazovacia jednotka poskytuje asynchrónne sériové linky pre spojenie s centrálnym počítačom (vyhodnocovacou jednotkou alebo so vzdialenou zobrazovacou jednotkou) a s počítačom pre lokálnu komunikáciu s monitorovacím zariadením.

#### **6.5.6.4.1.2.3.3.3 Vyhodnocovacia jednotka**

Z dôvodov nezávislosti meraní má každý blok jednu vyhodnocovaciu jednotku, umiestnenú v miestnosti diagnostiky. Je tvorená štandardnou zostavou PC v stolovom prevedení. K dispozícii je monitor, ktorý slúži na prehliadanie dát, grafov a protokolov a tiež na komunikáciu so systémom. Sieťová farebná tlačiareň v miestnosti diagnostiky slúži na vytváranie dokumentácie s použitím dát, grafov a protokolov.

Vyhodnocovacia jednotka je určená na zber, prezentáciu a archiváciu nameraných údajov ako aj na komunikáciu s meracou jednotkou. Pre tvorbu dokumentácie z dát vo forme grafov a protokolov sa využíva sieťová farebná tlačiareň diagnostickej dozornej miestnosti.

Aktuálne merané hodnoty sú poskytované systému MS-N cez lokálnu diagnostickú sieť.

Pre operatívnu úschovu dát slúži inštalovaný pevný disk, dlhodobá archivácia dát sa realizuje manuálne.

Programové vybavenie komunikuje s operátorom monitorovacieho systému prostredníctvom štandardných vstupno-výstupných zariadení: monitor, klávesnica, myš, ktoré vytvárajú užívateľské rozhranie pre operátora.

Monitorovací systém je prepojený prostredníctvom lokálnej diagnostickej počítačovej siete s nadradeným systémom MS-N. Jeho súčasťou je aj prístup k sieťovým tlačiarňam.

Hoci systém nemá väzbu na PICS, informácie o stave bloku dostáva z PICS cez systém MS-N.

Programové vybavenie **systemu** komunikuje s MS-N prostredníctvom protokolu.

**System posielá** na nadradený systém informácie:

- o stave systému,
- v akom režime sa nachádza - monitorovanie, testovanie trás, archivovanie,
- o aktuálnom stave monitorovania únikov,
- údajové ,
- prenosy s informáciami o udalostiach – časové priebehy, analýzy údajov, ...

**System prijíma** od nadradeného systému tieto informácie:

- o časových značkách – synchronizácia času,
- doplnkové informácie o stave bloku (zdrojom údajov je PICS),
- požiadavky na údaje – časové priebehy, analýzy, ...

#### 6.5.6.4.1.2.3.4 **System monitorovania voľných častí (MS-D)**

System monitorovania voľných častí (SVČ) je určený na identifikáciu, lokalizáciu a odhad hmotnosti voľných častí v primárnom okruhu JE. Pod voľnou časťou sa rozumie predmet (najčastejšie kovový), ktorý je buď voľne unášaný chladiacim médiom alebo koná pod vplyvom média vynútené kmity, a v oboch prípadoch naráža na tlakovodné obaly jadroveenergetických zariadení.

System **SVČ** vykonáva automatickú detekciu, lokalizáciu a odhad hmotnosti voľných častí počas prevádzky bloku. Okrem toho zobrazuje a archivuje zachytené rázy a umožňuje ich dodatočnú podrobnú analýzu v časovej aj frekvenčnej oblasti vrátane tlače protokolov a cieleného prehľadávania archívu. Žiadna vyhodnocovacia činnosť operátora nenarúša kontinuálny zber a monitorovanie snímaných signálov na prítomnosť voľných častí.

System **SVČ** identifikuje voľnú (metalickú) časť počas prevádzky bloku. Ak sa ráz vyskytne vo viac ako jednom meracom reťazci, presnosť lokalizácie zdroja rázov je lepšia ako 2 m. Signály sú spracovávané vo frekvenčnom pásme s použitím (digitálnych) filtrov na vstupe do meracej jednotky, ktoré odfiltrujú prevádzkový šum. Vyhodnocovacia jednotka systému pracuje s digitálnymi signálmi a umožňuje ich vyhodnotenie, prezentáciu, archiváciu a komunikáciu po (lokálnej) počítačovej sieti.

System **SVČ** umožňuje automatické testovanie aktuálneho technického stavu všetkých meracích reťazcov pomocou interného generátora signálov a tiež pomocou diaľkovo ovládaných rázových kladív pre simulovanie definovaných rázov.

Monitorovací systém **SVČ** je tvorený nasledovnými komponentmi :

- **meracie trasy** so snímačmi umiestnenými na hlavných komponentoch I.O.,
- **rázové kladivá** umiestnené na HCP,
- **centrálne vyhodnocovacia jednotka** umiestnená v miestnosti prevádzkovej diagnostiky v spoločnej skrini s vyhodnocovacou jednotkou, tvorená dvomi časťami:
  - jednotka zberu a predspracovania signálov,
  - vyhodnocovacia jednotka.

#### 6.5.6.4.1.2.3.4.1 Centrálna vyhodnocovacia jednotka SVČ

Základom monitorovacieho systému **SVČ** je jednotka zberu a spracovania analógových signálov .

Jednotka zberu a spracovania analógových údajov je spojená s vyhodnocovacím počítačom prostredníctvom interfejsu. Vyhodnocovací počítač zabezpečuje:

- programovanie jednotky zberu a spracovania analógových signálov, pri zapnutí napájania,
- nastavenie parametrov merania (vzorkovacia frekvencia, zosilnenie vstupných signálov, frekvencia testovacieho signálu ...),
- štartovanie merania,
- preberanie nameraných a spracovaných údajov,
- zobrazovanie nameraných a spracovaných údajov na monitore počítača,
- archivovanie nameraných a spracovaných údajov.

Vyhodnocovacia jednotka monitorovacieho systému **SVČ** zabezpečuje :

- paralelný zber a predspracovanie pripojených signálov,
  - zosilnenie
  - filtráciu
- zachytenie udalostí pri splnení definovaných triggrovacích podmienok,
- prenos nameraných dát do vyhodnocovacej jednotky,
- riadenie testovania trás pomocou vstavaného kalibračného generátora,
- riadenie testovania trás pomocou rázových kladív,
- kontrolu signálov na osciloskope a audio jednotke,
- zobrazenie stavu na indikačnom LED paneli,
- podpora výkonu meraní v manuálnom režime analýzy signálov.

Celý systém (okrem laserovej tlačiarne) je zálohovaný nepretržitým zdrojom napájania, čo zabezpečuje funkčnosť systému pri krátkodobom výpadku napájania (max. 20 min).

Monitorovací systém **SVČ** je prepojený prostredníctvom lokálnej diagnostickej počítačovej siete s nadradeným systémom MS-N. Jeho súčasťou je aj prístup k sieťovým tlačiarňam.

Programové vybavenie **SVČ** komunikuje s MS-N prostredníctvom protokolu.

**SVČ posiela** na nadradený systém informácie:

- o stave systému,
- v akom režime sa nachádza - monitorovanie, testovanie trás, archivovanie,
- o aktuálnom stave monitorovania voľných častí,
- údajové prenosy s informáciami o udalostiach – časové priebehy, analýzy údajov, ...

**SVČ prijíma** od nadradeného systému tieto informácie:



- o časových značkách – synchronizácia času,
- doplnkové informácie o stave bloku (zdrojom údajov je PICS),
- požiadavky na údaje – časové priebehy, analýzy, ...

#### 6.5.6.4.1.2.3.5 Systém monitorovania vibrácií I.O. (MS-E)

Systém **SMV (MS-E)** je navrhnutý pre výkon monitorovania vibračného stavu TNR a slučiek primárneho okruhu. Monitorovanie je cieleňé na zistenie anomálneho a zmeneného vibračného stavu reaktorového zariadenia. Veľké priemyselné a mechanické štruktúry môžu byť opísané súborom vlastných frekvencií a vlastných vektorov (vibračné módy). Keď sa zmení integrita štruktúry alebo sa menia mechanické vlastnosti jej komponentov, zmení sa aj súbor vlastných frekvencií a/alebo amplitúda vibračných módov. Vibračný monitorovací systém **SMV** automaticky detekuje akékoľvek zmeny v nízkofrekvenčnom spektre vibrácií meraných absolútnymi alebo relatívnymi snímačmi výchylky.

Dôležitou časťou pre správnu interpretáciu výsledkov dozorného systému sú teoretické a experimentálne analýzy štruktúry za predpokladu, že špičky v referenčnom spektre môžu byť jednoznačne interpretované. V programovom vybavení **SMV** a v dokumentácii sa počíta s využitím časti dostupných výsledkov z dynamických výpočtov.

Cenné výsledky môžu priniesť experimentálne merania počas spúšťania a odstávky bloku, kedy sa môžu prejaviť ďalšie možnosti a môžu vzniknúť dodatočné javy neprejavujúce sa počas normálnej prevádzky. Merania počas náhrevu a dochladzovania primárneho okruhu môžu tiež pomôcť identifikovať fyzikálnu podstatu spektrálnych zložiek.

Pre doplnenie informácie z meraní sú dôležité aj údaje z informačného systému PICS, ktoré sú získavané prostredníctvom systému MS-N.

Monitorovací systém **SMV** je tvorený nasledovnými komponentmi :

- **meracie trasy** so snímačmi umiestnenými na hlavných komponentoch I.O.,
- **meracia jednotka** ,
- **vyhodnocovacia jednotka** .

##### 6.5.6.4.1.2.3.5.1 Meracie trasy

Diagnostickými signálmi sú signály snímačov vibrácií a posuvov. V systéme sú použité dva druhy meracích reťazcov: akcelerometrové a meracie trasy výchylky.

##### 6.5.6.4.1.2.3.5.2 Meracia jednotka SMV

Meracia časť systému monitorovania vibrácií **SMV** je vyhotovená v stojanovom prevedení v zostave :

- Vstupné meracie jednotky pre zber a predspracovanie analógových údajov. Je to podstatná časť vibračného diagnostického systému, pretože po zbere a synchronizácii všetkých signálov zo snímačov sú dáta posielané najprv do koncentrátora a následne do vyhodnocovacej jednotky.
- Základnú jednotku koncentrátora, vrátane napájacieho bloku.
- Rozvádzací panel - svorkovnica.

Jednotka zberu a predspracovania signálov je podstatná časť vibračného diagnostického systému. Umožňuje pripojenie signálov výchylky z PG

Prevádzkové podmienky pre meráciu jednotku :

- teplota okolitého vzduchu 5 až 35 °C
- povolená zmena teploty 0.2 °C / min
- relatívna vlhkosť vzduchu (nekondenzujúca) <70%
- atmosférický tlak vzduchu 80 až 105 kPa

#### 6.5.6.4.1.2.3.5.3 Vyhodnocovacia jednotka

Vyhodnocovacia časť monitorovacieho systému **SMV** je realizovaná vyhodnocovacím počítačom v stolnom prevedení zabezpečujúcom analógový výstup vybraných nameraných signálov pre následné externé spracovanie.

Zo štandardnej inštrumentácie SKR sa pre **SMV** využívajú nasledujúce informácie. Tieto informácie sú získavané zo systému MS-N:

- teploty v studenej vetve slučiek ,
- teploty v horúcej vetve slučiek ,
- teplota kompenzátora objemu ,
- tlak v primárnom okruhu ,
- tlak v KO ,
- delta p na HCČ ,
- delta p na reaktore .

Informácia požadovaná pre diagnostického operátora sa získa procedúrami analýzy signálov zahrnutými do programových balíkov **SMV**. Meranie a analýzy môžu prebiehať buď manuálne pod priamou kontrolou operátora alebo automaticky v predvolených intervaloch alebo pri výskyte preddefinovaných udalostí (napr. pri nastavení permanentného monitorovania). Dáta sú uschovávané a udržiavané automaticky.

Systém má niekoľko úrovní autorizovaného prístupu. To chráni **SMV** voči neautorizovaným zmenám konfigurácie systému a výmazu záznamov.

Systém je schopný komunikovať v lokálnej diagnostickej sieti prostredníctvom štandardného protokolu OPC.

**SMV** posiela na nadradený systém informácie:

- o stave systému,
- funkčnosti systému – ktoré trasy vykazujú poruchy,
- v akom režime sa nachádza - monitorovanie, testovanie trás, archivovanie,
- o aktuálnom stave výchyliek a posuvov PG1 – PG6, ...
- údajové prenosy s informáciami o udalostiach – časové priebehy, analýzy údajov,...

**SMV** prijíma od nadradeného systému informácie:

- o časových značkách – synchronizácia času,

- požiadavky na údaje – časové priebehy, analýzy, ...
- technologické parametre o stave bloku.

Monitorovací systém **SMV** poskytuje namerané signály z vibrácií PG a TNR pre externé použitie. Signály z akcelerometrov na TNR sa poskytujú prostredníctvom modulu v analógovej forme priamo do systému MS-S.

Signály výchylky z PG sa poskytujú v digitálnej forme prostredníctvom systému MS-N do systému MS-S.

#### 6.5.6.4.1.2.3.6 Systém monitorovania nešpecifikovaných zaťažení komponentov JE (MS-F)

Monitorovací systém MS-F na základe zisťovania stavu stratifikácie teplôt a teplotných rozdielov v komponentoch technologických zariadení primárneho okruhu bloku JE zabezpečuje monitorovanie stavu technológie prostredníctvom merania teplôt v miestach s najväčšou dynamikou teplotných stavov na povrchu meraných zariadení. Namerané údaje, ktorých zber vykonáva meracia ústredňa sú predspracované a archivované vo vyhodnocovacom zariadení, umiestnenom v miestnosti diagnostiky. Súbor predspracovaných údajov budú ďalej vyhodnocované na špecializovanom pracovisku za účelom určenia zostatkovej životnosti technologického zariadenia blokov MO34.

Systém **MS-F** pozostáva z týchto častí:

- **meracie trasy termočlánkov a odporových teplomerov,**
- **meracia jednotka ,**
- **vyhodnocovacia jednotka,.**

##### 6.5.6.4.1.2.3.6.1 Meracie trasy MS-F

Teplotné snímače sú umiestnené na povrchu vybraných technologických komponentov pod tepelnou izoláciou, chránené proti náhodnému mechanickému pôsobeniu fixačnými prvkami (tzv. meracie pásy).. Konštrukcia snímačov umožňuje dosiahnuť maximálnu rýchlosť tepelnej odozvy. Snímače pracujú s charakteristikou termočlánku typu K. Termočlánky sú zoradené podľa meracích miest do funkčných skupín.

##### 6.5.6.4.1.2.3.6.2 Meracia jednotka

Meracia jednotka je umiestnená v jednom stojane a autonómny minútový zber údajov z termočlánkových snímačov teploty a teploty zo snímačov združovacích a kompenzačných krabíc. Namerané údaje predspracováva, archivuje a ukladá do pracovného zásobníka. Veľkosť zásobníka umožňuje archivovať údaje zo všetkých kanálov (meracích aj technologických) minimálne po dobu 30 dní.

Meracia časť je prepojená s vyhodnocovacou časťou pomocou sieťového prepojenia.

Signály z termočlánkov po prechode "Kompenzačnými a zlučovacími krabicami" prechádzajú do údajového koncentrátora.

Základom meracej jednotky je merací počítač. V spojení s ostatnými časťami koncentrátora zabezpečuje plne autonómne riadenie meracej jednotky. Zabezpečuje:

- synchronizovanie a štartovanie merania so štandardnou periódou ,
- filtrovanie, resp. priemerovanie nameraných údajov a vypočítanie minútových vzoriek,
- ovládanie vstupných termočlánkových modulov, ktoré digitalizujú vstupné signály,

- ovládanie vstupných teplomerových modulov digitalizujúce vstupné signály z teplomerov,
- korekcia meranej hodnoty teploty z termočlánkov na základe zmeranej teploty studených koncov v združovacej a kompenzačnej krabici,
- ukladanie nameraných údajov do kruhového zásobníka,
- komunikácia s nadradeným vyhodnocovacím počítačom, posielanie minútových údajov, preberanie príkazov, posielanie stavových informácií,
- kontrola teploty v stojane. Po prekročení teploty zasiela stavové hlásenie vyhodnocovaciemu počítaču.

Súčasťou meracieho počítača je master modul, zabezpečujúci komunikáciu s údajovým koncentrátorom. Jeho hlavnou úlohou je zabezpečiť meranie v reálnom čase a to nezávisle od meracieho počítača. Modul vytvára viacúrovňové, programovateľné časové slučky, v ktorých sa synchronne prenášajú všetky vstupné - výstupné údaje registre, parametre, stavové a chybové registre medzi meracími modulmi v údajovom koncentrátore a meracím počítačom.

#### **6.5.6.4.1.2.3.6.3 Vyhodnocovacia jednotka**

Komplet vyhodnocovacej jednotky prijíma signály meracej ústredne a komunikuje s hlavným diagnostickým pracoviskom v miestnosti diagnostiky. Pod operačným systémom Windows 7 umožňuje nasledovné:

- ochranné heslo proti neautorizovanému prístupu do systému,
- komunikácia s meracou jednotkou,
- komunikácia s nadradeným centralizovaným systémom MS-N,
- užívateľský interfejs s personálom ,
- vizualizácia monitorovaných parametrov.

Systém umožňuje prezentáciu údajov na obrazovke počítača, archiváciu a tlač protokolov. Archív poskytuje rôzne možnosti spracovania údajov (hľadanie, história a pod.). Vyhodnocovacia jednotka je schopná poskytnúť automatický funkčný test všetkých meracích reťazcov a umožňuje komunikáciu so sieťou. MS-F umožňuje dlhodobú archiváciu vstupných údajov, minimálne počas jednej kampane, pre vyhodnotenie prevádzkovej životnosti.

Užívateľské programové vybavenie systému MS-F pracuje v systéme vyhodnocovacej a riadiacej jednotky dodávanej v stolnej verzii. Užívateľské programové vybavenie pracuje pod operačným systémom platformy Windows.

Systém je schopný pracovať v sieťovom prostredí pod štandardným protokolom. Programové vybavenie pozostáva z modulov, ktoré pracujú autonómne. Komunikácia medzi nimi prebieha tak, že jednotlivé moduly môžu byť inštalované na rôznych počítačoch pripojených do siete. Toto riešenie umožňuje:

- diaľkový prístup k meraným a archivovaným údajom,
- diaľkový prístup k parametrizácii systému.

Programové vybavenie komunikuje s operátorom monitorovacieho systému prostredníctvom štandardných vstupno-výstupných zariadení: 24" LCD monitor, klávesnica, myš, ktoré tvoria užívateľské rozhranie pre operátora.

Monitorovací systém MS-F je prepojený prostredníctvom počítačovej siete s nadradeným systémom MS-N. Jeho súčasťou je prístup k sieťovým tlačiarňam. Komunikácia prebieha prostredníctvom OPC protokolu.

**MS-F** posielajú na nadradený systém informácie:

- o stave systému,
- o funkčnosti systému (poruchy meracích reťazcov),
- režim práce (monitorovanie, testovanie, archivovanie),
- prenosy údajov.

**MS-F** prijíma od nadradeného systému nasledovné informácie:

- časové značky (synchronizácia času),
- požiadavky na údaje (požadované časové priebehy).

#### **6.5.6.4.1.2.3.7 Systém monitorovania HCČ (MS-H)**

Systém **SHCČ** je určený na monitorovanie vibrácií hlavných cirkulačných čerpadiel (HCČ) počas nominálnej prevádzky bloku JE. Získané informácie sú dôležité pre posúdenie aktuálneho technického stavu HCČ.

Monitorovací systém **SHCČ** je založený na snímaní vibrácií (zrýchlenia) vo vybraných miestach hydraulickej a motorickej časti HCČ. Po integrácii na rýchlosť (prípadne aj výchylku) sa aktuálne hodnoty rýchlosti (výchylky) vo vybraných frekvenčných pásmach porovnávajú s referenčnými hodnotami stanovenými technickými normami a/alebo prevádzkovým predpisom pre HCČ a vyhodnotí sa technický stav HCČ. Snímače ultrazvuku sa používajú na monitorovanie technického stavu upchávok, kedy zvýšená úroveň signálu môže signalizovať mechanické problémy v oblasti upchávok. Zber údajov je synchronizovaný na snímač uhlovej polohy hriadeľa.

Monitorovací systém **SHCČ** monitoruje signály periodicky s programovo nastaviteľnou periódou monitorovania a vyhodnocovania. Signály zrýchlenia sú spracovávané štandardne vo frekvenčnom pásme s použitím (digitálnych) filtrov na vstupe, ktoré odfiltrujú prevádzkový šum. Vyhodnocovacia časť systému pracuje s digitálnymi signálmi a umožňuje ich vyhodnotenie (porovnanie vypočítaných hodnôt s referenčnými hodnotami), prezentáciu, archiváciu a komunikáciu po (lokálnej) počítačovej sieti. Referenčné hodnoty pre všetky parametre sa dajú získať automaticky spracovaním signálov v režime učenia.

Systém **SHCČ** umožňuje automatické testovanie aktuálneho technického stavu všetkých meracích reťazcov.

Pre doplnenie informácie z meraní sú dôležité aj údaje z informačného systému PICS, ktoré sú získavané prostredníctvom systému MS-N.

Monitorovací systém **SHCČ** je tvorený nasledovnými komponentmi :

- **meracie trasy** so snímačmi umiestnenými na jednotlivých HCČ,
- **meracia jednotka** ,
- **vyhodnocovacia (riadiaca) jednotka** .

#### 6.5.6.4.1.2.3.7.1 Meracie trasy

Diagnostickými signálmi sú signály z akcelerometrov a snímačov ultrazvuku upevnených na vonkajšom povrchu sledovaných komponentov, ako aj signál merania otáčok na hriadeli HCČ. V systéme sú použité tri druhy meracích reťazcov: akcelerometrové, ultrazvukové a detektor značky.

Základom akcelerometrového reťazca je akcelerometrový snímač.. Snímač je realizovaný v hermeticky utesnenom puzdre z nerezovej ocele s ochranou IP 60.

Akcelerometre budú pripevnené mechanicky – budú priskrutkované k oceľovým podložkám, ktoré budú prilepené k povrchu elektropohonu / k telesu horného ložiska čerpadla. Technické riešenie bude navrhnuté vo VP.

Základom ultrazvukového reťazca je piezoelektrický AE senzor . Snímací element je tvorený piezoelektrickou keramikou a je pripevnený na kovovej membráne. Snímací element je svojim konštrukčným uchytením akusticky izolovaný od vonkajšieho kovového obalu, čím je zabezpečená dobrá ochrana proti externým šumom.

#### 6.5.6.4.1.2.3.7.2 Meracia časť SHCČ

Meracia časť monitorovacieho systému **SHCČ** je vyhotovená v stojanovom prevedení, kde v jednom 19" stojane sú umiestnené všetky komponenty zabezpečujúce zber, predspracovanie vstupných signálov ako aj komunikáciu s vyhodnocovacou časťou monitorovacieho systému. Meracia časť monitorovacieho systému je umiestnená v kobke A304 na podlaží +10.5m a obsahuje:

- jednotku zberu a spracovania analógových údajov zabezpečujúca:
  - pripojenie všetkých snímačov,
  - paralelný zber a predspracovanie pripojených signálov,
  - prenos nameraných dát do vyhodnocovacej jednotky,
  - podporu výkonu meraní v manuálnom režime analýzy signálov,
- merací počítač.

Jednotka je umiestnená v stojane. Svojou štruktúrou a realizáciou je zhodná s jednotkami monitorovacích systémov MS-D. Odlišnosti sú dané počtom a typom meracích kariet, ako aj mikroprogramovým vybavením technických prostriedkov.

Merací počítač zabezpečuje komunikačné prepojenie medzi vyhodnocovacou jednotkou monitorovacieho systému **SHCČ** a jednotkou zberu údajov

S vyhodnocovacím počítačom komunikuje prostredníctvom siete a protokolom.

S jednotkou zberu údajov komunikuje prostredníctvom interfejsu, ktorý je osadený v PCI pozícii počítača.

#### 6.5.6.4.1.2.3.7.3 Vyhodnocovacia časť SHCČ

Vyhodnocovacia časť monitorovacieho systému **SHCČ** je realizovaná vyhodnocovacím počítačom v stolnom prevedení.

Jednotka zberu a spracovania analógových údajov je spojená s vyhodnocovacím počítačom prostredníctvom siete a protokolom.

Monitorovací systém **SHCČ** je prepojený prostredníctvom počítačovej siete s nadradeným systémom MS-N. Jeho súčasťou je aj prístup k sieťovým tlačiarňam. Programové vybavenie **SHCČ** komunikuje s MS-N prostredníctvom protokolu.

Pre doplnenie informácie z meraní sú dôležité aj údaje z informačného systému PICS, ktoré sú získavané prostredníctvom systému MS-N:

- teploty v studenej vetve slučiek ,
- teplota kompenzátora objemu ,
- tlak v primárnom okruhu ,
- tlak v KO,
- delta p na HCC ,
- delta p na reaktore .

Informácia požadovaná pre diagnostického operátora sa získa výkonnými procedúrami analýzy signálov zahrnutými do programových balíkov **SHCČ**. Meranie a analýzy môžu prebiehať buď manuálne pod priamou kontrolou operátora alebo automaticky v predvolených intervaloch alebo pri výskyte preddefinovaných udalostí (napr. pri nastavení permanentného monitorovania). Dáta sú uschovávané a udržiavané automaticky. Systém má niekoľko úrovní autorizovaného prístupu. To chráni **SHCČ** voči I&C a neautorizovaným zmenám konfigurácie systému a výmazu záznamov. Systém je schopný komunikovať v lokálnej diagnostickej sieti prostredníctvom štandardného protokolu OPC.

#### 6.5.6.4.1.2.3.8 Systém neutrónovej šumovej diagnostiky (in-core, ex-core) (MS – S)

**MS-S** sníma signály z detektorov vo frekvenčnom rozmedzí 0.1-30 Hz. Presnosť odhadu početnosti auto-spektra bude nie menšia ako 0,2 Hz, presnosť odhadu spektra amplitúdy bude nie menej ako 12,5%.

**MS-S** systém sníma nasledovné signály:

- Analógové signály z samonapájacieho detektora neutrónového toku.
- Analógové signály z nových špecializovaných Ionizačných komôr umiestnených mimo jadra. Systém musí byť schopný pracovať aj bez týchto signálov z IC s primeraným obmedzením vo výkonoch.
- pripojené analógové signály z ADT (snímače absolútnej výchylky na tlakovej nádobe) priamo z MS-E (6.5.6.4.1.2.3.5.3),
- analógové spracované signály vysielané digitálnou zbernicou z RTD (snímače relatívnej výchylky na parogenerátoroch) z MS-N,
- analógové digitálne signály z POT (zmeny tlaku) priamo pripojených k MS-S.

**MS-S** poskytne manuálne pripojenie k akýmkoľvek kanálom neutrónového merania tvoriacich časť In-Core Systému.

Umiestnenie Ionizačných komôr EXCORE bude odsúhlasené s príslušným Dodávateľom.

Pracovisko inžinierov - diagnostikov, spolu s jeho celkovým vybavením bude umiestnené v tej istej miestnosti skriň INCORE vedľa skriň MS-S. Laserová tlačiareň A4, ktorá je súčasťou vybavenia pracoviska inžinierov - diagnostikov bude farebná a bude umiestnená vedľa pracoviska MS-S.

**MS-S** systém zahŕňa aplikáciu dodatočnej počítačom riadenej nízkej frekvencie a vysokofrekvenčných filtrov, ktoré budú špecifikované počas fázy projektovania. Automatické ovládanie zosinenia v každom meracom kanáli pre akýkoľvek frekvenčný rozsah musí byť taktiež zabezpečené. Toto riešenie umožní zvýšiť kvalitu analýzy signálov v špecifikovaných frekvenčných rozsahoch a diagnostiku odchýlok signálov v skorších fázach.

Z **MS-N** do **MS-S** bude informácia podľa signálov (zaznamenaná implementácia signálov snímača a výsledky ich spracovania) prenesená cez digitálne obvody s protokolom .

Nasledovné informácie budú prenesené zo systému MS-N do systému MS-S na požiadanie vo vybranom čase:

- Synchronne digitalizované hodnoty signálov alebo výsledky ich spracovania,
- Autospektrum a vzájomné spektrum meraných signálov,
- Fáza spektrálnej charakteristiky meraných signálov,
- Spektrálna koherencia meraných signálov.

Synchronne digitalizované hodnoty signálov budú prenesené do systému **MS-S**.

#### **6.5.6.4.1.2.3.9 Systém monitorovania náklonu TNR (MS-R)**

Systém monitorovania náklonu reaktora **SMNR** je určený na kontinuálne monitorovanie náklonu tlakovej nádoby reaktora.

Systém **SMNR** vykonáva automatické meranie vektora náklonu reaktora počas prevádzky bloku. Okrem toho zobrazuje a archivuje namerané údaje a umožňuje ich dodatočnú podrobnú analýzu v časovej oblasti vrátane tlače protokolov a cieleného prehľadávania archívu. Žiadna vyhodnocovacia činnosť operátora nenarušá kontinuálny zber, vyhodnocovanie a archiváciu snímaných signálov systému monitorovania náklonu reaktora .

Systém **SMNR** umožňuje prezentáciu a prístup k archivovaným hodnotám nameraných náklonov aj po (lokálnej) počítačovej sieti.

Úlohou systému **SMNR** je včasné zachytenie odchýliek od normálneho stavu a poskytnutie informácie pre personál o odchýlkach náklonu TNR v reálnom čase.

Systém **SMNR** umožňuje automatické testovanie aktuálneho technického stavu všetkých meracích reťazcov.

Monitorovací systém **SMNR** je tvorený nasledovnými komponentmi:

- **meracie trasy** ,
- **riadiaca a vyhodnocovacia jednotka** ,
- **zobrazovacia jednotka** .

#### **6.5.6.4.1.2.3.9.1 Meracie trasy**

Systém na monitorovanie náklonu **SMNR** založený na použití dvoch nezávislých fyzikálnych princípov:

- Princíp spojených nádob (**hydrostatická nivelácia**). Vektor náklonu je daný veľkosťou náklonu na prírubu v HDR reaktora a jeho smerom s ohľadom na súradnicový systém elektrárne. Poloha hladiny kvapaliny v snímačoch v rozsahu  $\pm 10$  mm sa meria optoelektronickou metódou s presnosťou 0,01 mm. Činnosť snímačov ako aj ich komunikácia s riadiacim a vyhodnocovacím počítačom meracieho systému je riadená mikrokontrolermi.



Princíp fyzikálneho kyvadla (**pendametrický princíp**). Poloha vlákna pendametrického snímača sa v referenčnej rovine meria dvojsovo. Z nameraných odchýliek, dĺžky závesu kyvadla a geometrie reaktora sa tiež vypočítava vektor náklonu TNR. Poloha vlákna pendametra v referenčnej rovine sa meria optoelektronickou metódou v rozsahu  $\pm 2$  mm s presnosťou 0,001 mm. Činnosť snímačov ako aj ich komunikácia s riadiacim a vyhodnocovacím počítačom meracieho systému je riadená mikrokontrolérmi.

Snímače oboch týchto meracích podsystemov sú umiestnené na šachte reaktora, na ktorú sú upevnené kotvením do telesa šachty reaktora, pričom je zabezpečená tesnosť jej oblicovky. Oba spomenuté meracie princípy sú použité pre zvýšenie hodnovernosti merania.

#### 6.5.6.4.1.2.3.9.2 Riadiaci a vyhodnocovací počítač

Riadiaci a vyhodnocovací počítač riadi činnosť oboch typov snímačov ako aj zber a archiváciu nameraných hodnôt. Programové vybavenie umožňuje korekciu nameraných hodnôt vektora náklonu s ohľadom na meranie vektora náklonu geodetickou metódou pri odstávke JE.

Monitorovací systém **SMNR** spĺňa nasledovné požiadavky:

- schopnosť nepretržitej prevádzky bez zásahu operátora minimálne počas jednej kampane bloku,
- autoštart monitorovania po štarte operačného systému po výpadku napájania,
- schopnosť zachytenia, archivácie a prezentácie indikácií anomálií sledovaných parametrov,
- možnosť analýzy zachytených indikácií bez prerušenia monitorovania,
- podpora testovania funkčnosti vlastných meracích kanálov.

#### 6.5.6.4.1.2.3.9.3 Zobrazovacia jednotka

Jednotka získava relevantné údaje o náklone TNR z riadiaceho a vyhodnocovacieho počítača. Zobrazovacia jednotka pozostáva z osobného počítača triedy PC so štandardnými perifériami: monitor, klávesnica a myš zabezpečuje užívateľský interfejs operátora.

Monitorovací systém **SMNR** je prepojený prostredníctvom počítačovej siete s nadradeným systémom. Jeho súčasťou je aj prístup k sieťovým tlačiarňam. Programové vybavenie **SMNR** komunikuje s nadradeným systémom prostredníctvom protokolu.

**SMNR posiela** na nadradený systém informácie:

- o stave systému,
- v akom režime sa nachádza - monitorovanie, testovanie trás, archivovanie,
- o aktuálnom stave monitorovania,
- údajové prenosy s informáciami o udalostiach – časové priebehy, analýzy údajov, ...

**SMNR prijíma** od nadradeného systému tieto informácie:

- o časových značkách – synchronizácia času,
- doplnkové informácie o stave bloku (zdrojom údajov je PICS),
- požiadavky na údaje – časové priebehy, analýzy, ...

#### **6.5.6.4.1.2.3.10 Nadstavbový systém diagnostiky**

##### **6.5.6.4.1.2.3.10.1 Funkčné vlastnosti systému**

1. Zhromažďovanie dostupných informácií z individuálnych diagnostických podsystémov.
2. Prenos informáciu medzi jednotlivými diagnostickými podsystémami a PICS.
3. Podpora pre diagnostický personál v rýchlom a rozumnom rozhodovaní s ohľadom na aktuálny stav primárneho okruhu a signalizácie prichádzajúcej z individuálnych diagnostických podsystémov.
4. Realizácia konfigurovateľného spracovania dostupných dát, ich archiváciu a prezentáciu, vrátane vytvorenia výstupných protokolov.
5. Poskytnutie výstupov z analýz do PICS vo forme dát alebo binárnych výstupov.
6. Zabezpečenie synchronizácie individuálnych diagnostických systémov zo systému jednotného času MO34.
7. Vyhodnocovanie aktuálneho stavu monitorovania únikov.
8. Zabezpečiť výstup binárnych signálov na BD.

#### **6.5.6.4.1.2.4 Funkcie systému**

Z hľadiska bezpečnosti má systém funkciu monitorovania príznakov a včasnej výstrahy pred vznikom úniku chladiaceho média I.O. Túto funkciu realizujú systémy MS-A,B a C formou kontinuálneho monitorovania príslušných meraných veličín. Výsledky meraní interpretuje personál diagnostiky a stav monitorovania je vedený do nadradeného . Binárna informácia o stave monitorovania je z nadradeného systému zasielaná do PICS bloku.

Ostatné systémy neplnia bezpečnostnú funkciu.

#### **6.5.6.4.1.2.5 Elektrické napájanie**

Systémy MS-A,B,C a N sú napájané z rozvádzača zaisteného napájania ( [I.16] ) a ([I.18] )

Ostatné systémy sú napájané z rozvádzača zaisteného napájania ( [I.17] ) a ([I.19] ).

#### **6.5.6.4.1.3 Činnosť obsluhy**

Počas normálnej prevádzky personál dohliada na činnosť jednotlivých diagnostických systémov a vyhodnocuje výsledky meraní a analýz.

V prípade indikácie vzniku anomálie alebo poruchy vykonáva analýzu príčin vzniku a informuje prevádzkový personál bloku alebo iniciuje servisný zásah.

#### **6.5.6.4.1.4 Popis prevádzkových režimov**

Diagnostické systémy sú určené na kontinuálne alebo periodické monitorovanie sledovaných vstupných parametrov alebo snímaných veličín pri nominálnom výkone bloku . Podporujú ich kompletné spracovanie , archiváciu a prezentáciu a klasifikáciu. Taktiež umožňujú off line analýzu nameraných a archívnych dát.

V manuálnom režime podporujú servisné činnosti vrátane kalibrácie meracích reťazcov.

#### **6.5.6.4.1.5 Detailné prvky projektu**

##### **6.5.6.4.1.5.1 Dispozičné riešenie**

Vyhodnocovacie jednotky systémov MS-A,B,C,D,E,F,H,R sú umiestnené v diagnostickej dozorni.

Umiestnenie snímačov jednotlivých systémov uvádza projektová dokumentácia.

##### **6.5.6.4.1.5.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky**

Popis jednotlivých systémov je uvedený v 6.5.6.4.1.2.3.

## 6.5.6.4.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU

### 6.5.6.4.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Systém prevádzkovej diagnostiky pre MO34 sa neradí medzi klasifikované zariadenia s výnimkou troch systémov, ktoré sú klasifikované. Avšak, pre zariadenia bez funkcie aktívnej bezpečnosti, kvalifikačný program nie je potrebné stanoviť

Pre systémy MS-A, MS-B, MS-C sa overenie seizmickej interakcie vykonáva v súlade s metodikou popísanou v [I.20], [I.21], [I.22], [I.23], [I.24], [I.25].

### 6.5.6.4.2.2 Seizmická odolnosť

Systémy spĺňajú požiadavky seizmickej odolnosti na úrovni ich seizmickej klasifikácie. t.j. 2a. komponent v HZ a 2b komponent mimo HZ. Komponenty klasifikované 2a nesmú počas seizmickej udalosti ovplyvniť alebo narušiť funkciu zariadení s vyššou seizmickou triedou. Zariadenia systému sú umiestnené v dozorni diagnostiky a v priestoroch oddelených od bezpečnostných systémov.

### 6.5.6.4.2.3 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Porucha so spoločnou príčinou nie je požadovaná pre systém (pretože systémy LBB a ostatné systémy nie sú klasifikované)

#### 6.5.6.4.2.3.1 Diverzita

Diverzita nie je požadovaná.

Avšak, pre potreby LBB, sú použité tri nezávislé systémy (MS-A, MS-B, MS-C), ktoré využívajú tri rôzne fyzikálne vlastnosti pre ich fungovanie.

#### 6.5.6.4.2.3.2 Oddelenie

Jednotlivé LBB systémy sú funkčne nezávislé rovnako ako ich meracie reťazce . K dispozícii sú iba definované dátové prenosy do a z nadradeného systému s ohľadom na jednotlivé systémy. Nadradený systém je pripojený k PICS bloku JE.

Tento systém tiež zaisťuje fyzické oddelenie zariadení, pretože snímače a monitorovacie skrine sú inštalované na fyzicky oddelených miestach. Okrem toho, systémy MS- A a MS A-B sú schopné pracovať aj v prípade zlyhania vyhodnocovacej jednotky .

### 6.5.6.4.2.4 Kritérium bezpečnej poruchy

Zlyhanie podsystému neohrozuje funkčnosť celého monitorovacieho systému I.O.

V prípade poruchy systému LBB (t.j. poruchy systému, poruchy niektorého subsystému alebo výpadku napájania) je zopnutý kontakt relé NC „Porucha detekcie LBB“ na BD bloku.

#### 6.5.6.4.2.5 Analýza spoľahlivosti

Spoľahlivosť systému je zaručená postupom odolným voči chybám, ktorý bol použitý pri navrhovaní systému:

- systémy sú napájané z rozvádzača zabezpečeného napájania kategórie III / I umožňujúce kontinuálne monitorovanie,
- diverzita pre systémy, ktoré monitorujú únik chladiva v I.O. je splnená inštaláciou troch nezávislých systémov (MS-A, MS-B, MS-C), ktoré používajú tri rôzne fyzikálne princípy ich fungovania,
- jednotlivé systémy sú funkčne nezávislé podobne ako ich meracie reťazce,
- jednotlivé systémy sú napájané zo zaisteného napájania kategórie III/I zbernice umožňujúce kontinuálne monitorovanie.

Okrem toho, klasifikované systémy MS-A, MS-B a MS-C podstupujú FAT, ktorého výsledky sú popísané v [I.26], [I.27], [I.28].

#### 6.5.6.4.2.6 Kvalifikácia systému

Systém spĺňa kvalifikačné požiadavky vyplývajúce zo zaradenia systému do BT IV v priestoroch kde je umiestnené ako je uvedené v 6.5.6.4.2.1.

#### 6.5.6.4.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE

Popisovaný systém nie je využívaný ako zaručený pri bezpečnostných analýzach.

Avšak spĺňa prevádzkové požiadavky na rozšírenie návrhu určeného pre spoľahlivú prevádzku v daných miestnostiach a miestach inštalácie.

Zlyhanie jedného z podsystémov neohrozuje funkčnosť zariadenia alebo samotného systému. Systém je v skutočnosti navrhnutý s tromi meracími reťazcami (MS-A, MS-B, a MS-C), ktoré vyhodnocujú rôzne parametre a sú inštalované v rôznych miestach.

Systém spĺňa funkčné požiadavky s ohľadom na diagnostiku, vyhodnotenie signálu a prezentáciu výsledkov.

Systém bol vypracovaný s tým, že rešpektuje a vylepšuje (z hľadiska bezpečnosti) požiadavky na ÚP .

Systém tiež rešpektuje požiadavky uvedené v nasledovných nariadeniach, predpisoch a zákonoch:

- Kategorizácia systémov SKR.
- Konceptia EMC.
- Požiadavky na hodnotenie seizmickej stability konštrukcií, systémov a komponentov pre JE Mochovce – 3. a 4. blok
- Technické podmienky pre povrchovú úpravu kovových konštrukcií strojných a technologických prvkov jadrovej elektrárne Mochovce MO34.
- Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov v JE Mochovce 3. a 4. blok

Systém je navrhnutý tak, aby spĺňal funkcie požadované počas svojho pôsobenia na jednotke JE s dostatočnou presnosťou a spoľahlivosťou, ako dokazujú skúsenosti z rôznych jadrovej elektrárne na Slovensku aj v zahraničí.

**Záverom možno konštatovať, že projekt systému spĺňa všetky požiadavky definované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 [III.10], ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [III.1].**

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

- [I.1] Systém provozní diagnostiky SPD – (X / 1985)
- [I.2] Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok
- [I.3] EMC koncept. Dokument ÚP
- [I.4] BDA 0012 – EMC concept
- [I.5] Technická správa MS-A
- [I.6] Technická správa MS-B
- [I.7] Technická správa MS-C
- [I.8] Technická správa MS-D
- [I.9] Technická správa MS-E
- [I.10] Technická správa MS-F
- [I.11] Technická správa MS-H
- [I.12] Technická správa MS-R
- [I.13] Neutron Noise Monitoring System (in-core) - MS-S
- [I.14] Technické podmienky systému MS-N
- [I.15] Metodika LBB
- [I.16] Rozvádzač 3CNQ01GW001 - Prehľadová schéma výstroja
- [I.17] Rozvádzač 3CNQ01GW002 - Prehľadová schéma výstroja
- [I.18] Rozvádzač 4CNQ01GW001 - Prehľadová schéma výstroja
- [I.19] Rozvádzač 4CNQ01GW002 - Prehľadová schéma výstroja
- [I.20] MS-A. ANALÝZA VPLYVU KOMPONENTOV MS-A NA VYBRANÉ ZARIADENIA
- [I.21] MS-C. ANALÝZA VPLYVU KOMPONENTOV MS-C NA VYBRANÉ ZARIADENIA
- [I.22] MS-B. ANALÝZA VPLYVU KOMPONENTOV MS-B NA VYBRANÉ ZARIADENIA
- [I.23] MS-A. ANALÝZA VPLYVU KOMPONENTOV MS-A NA VYBRANÉ ZARIADENIA
- [I.24] MS-C. ANALÝZA VPLYVU KOMPONENTOV MS-C NA VYBRANÉ ZARIADENIA
- [I.25] MS-B. ANALÝZA VPLYVU KOMPONENTOV MS-B NA VYBRANÉ ZARIADENIA
- [I.26] MS-C. EVALUATION OF FAT OF SPLR200 MONITORS
- [I.27] MS-B. VYHODNOTENIE FAT SKÚŠOK
- [I.28] MS-A. VYHODNOTENIE FAT SKÚŠOK

- [I.29] 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] Vyhláška ÚJD SR č.430/2011 Z.z. O požiadavkách na jadrovú bezpečnosť.
- [II.2] Vyhláška ÚJD SR č.431/2011 Z.z. O systéme manažérstva kvality
- [II.3] Zbierka zákonov č 31/2012 Vyhláška Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky
- [II.4] Zákon č. 541/2004 Z.z. Zákon o mierovom využití jadrovej energi
- [II.5] BNS I.1.2/2006 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 11/2006
- [II.6] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Vienna, 5/2004
- [II.7] Požadavky na sestavení bezpečnostných zpráv a jejich dodatkú, Detekční systémy úniku z tlakovodního chladícího okruhu jaderného reaktoru, ČSKAE 1/1991
- [II.8] STN IEC 61226 - Systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť - Klasifikácia
- [II.9] Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried - textová časť, S052000301T\_F2
- [II.10] 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.11] 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.12] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 01/2014