

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 6.5.4.3 Systém monitorovania vodíka

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

		LC						
SE Rev	Date / Dátum	LC	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil	
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	2	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: 09		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: PNM34361059			A4	6.01	RS	Z	8
 * P N M 3 4 3 6 1 0 5 9 0 9 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
				1	16			

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952			VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436105909_S_C00_V			Issued on / Vydané dňa: 06.08.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis
Author / Vypracoval:			• VUJE a.s.	• 0220	• 06.08.2019	
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE a.s.	• 0220	• 06.08.2019	
			•	•	•	
			•	•	•	
			•	•	•	
Verified by / Overil:			• VUJE a.s.	• 0720	• 06.08.2019	
Approved by / Schválil:			• VUJE a.s.	• 1703	• 06.08.2019	

Tento dokument je vlastníctvom Slovenských elektrární, a.s.. Tento dokument, ako aj informácie z neho, môžu byť použité, kopírované, rozmnožované alebo zverejňované iba so súhlasom Slovenských elektrární, a.s.. Uvedené riešenie je obchodným tajomstvom VUJE, a.s..

This document is property of Slovenské elektrárne, a.s. This document as well as information it contains can only be used, copied, reproduced or published with consent of Slovenské elektrárne, a.s. The solution presented is trade secret of VUJE, a.s.

Revision record / Záznam o revízii

Identification / Identifikácia (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavec)	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
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok SE	• Comment Sheet No. MO34-CS-N012-20190805-002
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Titulný list/Tittle list	• PNM3436105909_S_C00_V	• 09
2.	• Textová časť/Text part	• PNM3436105909_S_C01_V	• 09
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	4
ÚVOD.....	5
ZOZNAM SKRATIEK.....	6
6.5.4.3 SYSTÉM MONITOROVANIA VODÍKA	7
6.5.4.3.1 POPIS SYSTÉMU	7
6.5.4.3.1.1 Účel systému	7
6.5.4.3.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti.....	7
6.5.4.3.1.2.1 Bezpečnostné funkcie	7
6.5.4.3.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia	7
6.5.4.3.1.2.3 Popis systému	8
6.5.4.3.1.2.4 Elektrické napájanie	8
6.5.4.3.1.3 Činnosť obsluhy.....	9
6.5.4.3.1.4 Popis prevádzkových stavov	9
6.5.4.3.1.5 Popis projektu.....	10
6.5.4.3.1.5.1 Dispozičné riešenie	10
6.5.4.3.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU	11
6.5.4.3.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia	11
6.5.4.3.2.2 Seizmická odolnosť	11
6.5.4.3.2.3 Princípy bezpečného projektovania	11
6.5.4.3.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.....	11
6.5.4.3.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	12
6.5.4.3.2.3.2.1 Diverzita	12
6.5.4.3.2.3.2.2 Oddelenie	12
6.5.4.3.2.3.3 Kritérium bezpečnej poruchy.....	12
6.5.4.3.2.3.4 Analýza spoľahlivosti.....	12
6.5.4.3.2.3.5 Kvalifikácia systému	12
6.5.4.3.2.3.6 Zabezpečenie kvality softvéru	13
6.5.4.3.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE	14
6.5.4.3.3.1 Hodnotenie plnenia legislatívnych požiadaviek.....	14
6.5.4.3.3.2 Hodnotenie vplyvu na jadrovú bezpečnosť	14
LITERATÚRA	15

ÚVOD

Kapitola PpBS 6.5.4.3 je vypracovaná v súlade so súvisiacou legislatívou [II.3], [II.4], [II.5] a [II.6].

Okrem toho, kapitola bola vypracovaná aj podľa požiadaviek vyhlášok [II.8] a [II.1]:

Dokumenty vykonávacieho projektu Systému monitorovania vodíka (HMS) [I.14] a [I.20], použité k vypracovaniu tejto bezpečnostnej správy, uvádzajú ako zdroj pre kategorizáciu podsystemov do BT pre HMS Vyhlášku ÚJD SR č. 430/2011 Z. z. [II.1], príp. Vyhlášku č. 50/2006 Z. z. [II.8] .

Obdobne sú použité ustanovenia Vyhlášky ÚJD SR 56/2006 Z. z. [II.9] a Vyhlášky ÚJD SR č. 431/2011 Z. z [II.2].

ZOZNAM SKRATIEK

BD	- bloková dozorňa
BT	- Bezpečnostná trieda
HMS	- Systém monitorovania vodíka
HP	- hermetické priestory
HZ	- hermetická zóna
JE	- jadrová elektrárňa
ND	- Núdzová dozorňa
PAMS	- Pohavarijný monitorovací systém
PICS	- Počítačový informačno-riadiaci systém
RA	- Rádioaktívny
SAMG	- návody na riadenie ťažkých havárií
SAMS	- Systém pre riadenie ťažkých havárií
SKR	- Systém kontroly a riadenia
STD	- Sprievodná technická dokumentácia
SZN	- systém zaisteného napájania
ŤH	- Ťažké havárie
ÚJD SR	- Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

6.5.4.3 SYSTÉM MONITOROVANIA VODÍKA

6.5.4.3.1 POPIS SYSTÉMU

6.5.4.3.1.1 Účel systému

Účelom systému je zabezpečiť pre havarijný manažment informácie o objemovej koncentrácii vodíka v atmosfére kontajneru - vo vybraných miestach HP. Systém je súčasťou PAMS a SAMS [I.13]. Informácie o koncentrácii vodíka sú dostupné na BD, ND a havarijnom stredisku s cieľom zabezpečiť pre havarijný manažment informácie o koncentrácii vodíka v atmosfére HP tak, aby s touto informáciou bolo umožnené aktívne riadiť prípadnú ťažkú haváriu so zníženým rizikom ohrozenia integrity hermetickej zóny z titulu nekontrolovaného, resp. detonačného horenia vodíka.

6.5.4.3.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti

6.5.4.3.1.2.1 Bezpečnostné funkcie

Meranie koncentrácie vodíka v HZ je určené pre dva systémy: PAMS a SAMS, a podľa toho je aj klasifikované.

V súlade s dokumentom [II.3] a v zmysle kategorizácie systémov do BT podľa vyhlášky [II.8], plní meranie koncentrácie vodíka v PAMS KAT.1 bezpečnostnú funkciu 2i a v SAMS bezpečnostnú funkciu 3k.

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

Poznámka: Bezpečnostné funkcie a ich priradenie k systému, stanovené podľa [II.3], je v súlade s IAEA Safety Standards Series No NS-R-1 - Bezpečnosť jadrových elektrární: - Požiadavky na projekt.

Inštalácia systému merania podporuje plnenie bezpečnostnej funkcie – „celistvosť hermetickej zóny“. Udržanie funkčnosti štvrtej bariéry je ultimatívnu požiadavkou potrebnou na zabezpečenie tretej primárnej bezpečnostnej funkcie - zadržanie RA látok a postihuje 3. a 4. úroveň ochrany do hĺbky.

6.5.4.3.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia

Systém merania koncentrácie vodíka (ďalej len HMS) bol vybudovaný v zhode s nasledujúcimi záväznými normami a predpismi:

- US NRC Regulatory Guide 1.97, Rev.3, Prístrojové vybavenie pre jadrové elektrárne chladené ľahkou vodou pre odhadnutie podmienok elektrárne a okolia počas a po havárii,
- STN IEC 1226, Systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť, Klasifikácia,
- IEC 960, Funkčné projektové kritériá pre SPDS JE (ČSN IEC 960),
- ČSN IEC 1227, bloková dozorná – operátorské riadenie,

- IEC 709, Separácia v rámci ochranného systému reaktora (STN IEC 60709),
- Zpráva SE, revize 3, prosinec 2001: Požadavky na seizmickú odolnosť zariadení pro JE Mochovce ve Slovenské republice, Příloha I - Seizmická spektra odezvy v úrovni terénu pro lokalitu EMO (5% útlum, úroveň MVZ = SL2 = RLE) a tabulka amplifikačních faktorů budovy.

HMS slúži na meranie koncentrácie vodíka a teploty v hermetických priestoroch. Je súčasťou PAMS a SAMS, ktoré sú klasifikované ako systémy so vzťahom k bezpečnosti. Klasifikácia HMS tomu odpovedá.

Systém PAMS je klasifikovaný podľa Atómového Zákona [II.3]. Meranie koncentrácie vodíka a teploty v HP je podľa RG1-97 zaradené do PAMS KAT.1. Podľa STN IEC 1226 je táto časť zaradená do kategórie B a podľa vyhlášok [II.8] je zaradená do **BT II**. Z hľadiska seizmicity je táto časť zaradená do triedy **1a**.

Systém SAMS je podľa STN IEC 1226 je zaradený do kategórie C, podľa vyhlášky [II.8] je zaradený do **BT III**. Z hľadiska seizmicity, na základe implementácie opatrení, vyplývajúcich zo „stres testov“, bol systém SAMS preklasifikovaný do triedy **1a**.

Zariadenie je podľa STN IEC 60801-1 klasifikované na odolnosť voči elektromagnetickému poľu.

Na základe Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z. z. §3, resp. Príloha č.1 a Príloha č.3, časť B ods. II, pre vybrané zariadenia HMS nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s Vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z. z.

6.5.4.3.1.2.3 Popis systému

V závislosti od druhu havárie na bloku môže dôjsť k vytvoreniu nebezpečnej koncentrácie vodíka v rôznych miestnostiach HP. Vodík tvorí s kyslíkom a so vzduchom výbušnú zmes v širokom koncentračnom rozmedzí (4% - 75% obj.). Hlavným zdrojom vodíka je oxidácia kovov (Al, Zr) a radiolýza vody.

Systém meraní koncentrácie vodíka (HMS) v rozsahu 0-30 % objemových je inštalovaný v kontajnmene pre potreby havarijného manažmentu - pre zabezpečenie kontroly objemovej koncentrácie vodíka a teploty v prípade projektových a nadprojektových havárií (vrátane ťažkých havárií) [I.14].

Systém merania koncentrácie vodíka sa skladá z 24 ks meracích sond , ktoré zabezpečujú:

- meranie objemovej koncentrácie vodíka - 24 ks
- meranie teploty - 24 ks.

Systém pozostáva z 24 meracích kanálov, z ktorých 12 je podľa [I.11], [I.12] určených pre PAMS (v kategórii 1) a 12 pre systém SAMS (zdielaný tiež v PAMS kategórii 3).

Ďalšie podrobnejšie údaje o systéme viď kap. 6.5.4.3.1.5.

6.5.4.3.1.2.4 Elektrické napájanie

Všeobecný koncept elektrického napájania a pomocného napájanie je popísaný v PpBs kap. 06.06 [I.17].

V kapitole sú stanovené:

- Spoločné a základné princípy riešenia napájania vlastnej spotreby jadrovej elektrárne,
- Požiadavky spotrebiteľov na elektrické napájanie (popis údajov a hodnôt),
- Popis schémy napájania vlastnej spotreby jadrovej elektrárne - zdrojov a sietí napájania vlastnej spotreby,

Všeobecný koncept I & C riešenia elektrického napájania je na výkrese „I&C POWER SUPPLY - SINGLE LINE DIAGRAM / I & C Napájanie - jednopólová schéma“ [I.16].

Podľa [I.14], [I.16], je každá skriňa HMS napájaná zo zdrojov 230V AC I. kategórie a zo zdroja 230V AC III / I. kategórie (s možnosťou zabezpečiť napájanie zo spoločného DG určeného pre riadenie ťažkých havárií).

Podľa [I.22] má skriňa výstupy do:

- PAMS, signály zo šiestich meraní vodíka a šiestich meraní teploty na každú z dvoch redundancií
- SAMS, signály z dvanástich meraní vodíka a dvanástich meraní teploty na jednu redundanciu).

6.5.4.3.1.3 Činnosť obsluhy

Prevádzka HMS a ich údržba je vykonávaná podľa prevádzkových predpisov k danému systému.

Údržba HMS je vykonávaná podľa prevádzkových predpisov. V “Prevádzkovej a servisnej knižke“ pre HMS je vedený písomný záznam o kalibrácií, prehliadkach, revíziách, opravách, výmene jednotlivých dielov a prevádzkových hodinách HMS.

Kontroly počas uvádzania HMS do prevádzky zabezpečuje správca zariadenia na základe vypracovaného programu funkčných skúšok. Základný rozsah funkčných skúšok stanovil výrobca v programe funkčných skúšok [I.3].

6.5.4.3.1.4 Popis prevádzkových stavov

HMS v HP je funkčný počas normálnej prevádzky, pri projektových haváriách a nadprojektových haváriách (vrátane ťažkých havárií) . HMS má v rôznych stavoch bloku nasledujúce základné charakteristiky [I.14]:

Parametre merania pri normálnej prevádzke:

Merací rozsah: 0 ÷ 10 obj. % H2

Presnosť merania: pri okolitých teplotách $10^{\circ}\text{C} \leq T < 95^{\circ}\text{C}$

±2,5 % m.h.	v rozsahu 0 ÷ 4 obj. % (m.h. = maximálna hodnota),
±5 % m.h.	v rozsahu 4 ÷ 10 obj. %

Parametre merania pri projektových haváriách (LOCA):

Merací rozsah: 0 ÷ 10 obj. % H2

Presnosť merania: pri okolitých teplotách $95^{\circ}\text{C} \leq T < 150^{\circ}\text{C}$

±0,3 obj. % H2 (abs.)	v rozsahu 0 ÷ 4 obj. %,
±10 % z aktuálne meranej hodnoty	v rozsahu 4 ÷ 10 obj. %

Parametre merania pri nadprojektových a ťažkých haváriách:

Merací rozsah: 0 ÷ 30 obj. % H2

Presnosť merania: pri okolitých teplotách $150^{\circ}\text{C} \leq T < 270^{\circ}\text{C}$

±0,5 obj. % H2 (abs.)	v rozsahu 0 ÷ 5 obj. %,
±10% z aktuálne meranej hodnoty	v rozsahu 5 ÷ 30 obj. %.

Pre HMS sú použité dva fyzikálne rozdielne princípy merania objemovej koncentrácie vodíka v plynnej zmesi (katalytický a katarometrický):

- katalytický senzor - charakteristika senzora umožňuje použitie len do úrovne 4% obj. H₂,
- katarometrický senzor - použitie (prepnutie) od úrovne 4% obj. H₂.

6.5.4.3.1.5 Popis projektu

Systém merania koncentrácie vodíka sa skladá z 24 ks meracích sond vid', ktoré zabezpečujú:

- meranie objemovej koncentrácie vodíka - 24 ks (v každej sonde 2 senzory katarometrické a 1 katalytický), nepresnosť maximálne $\pm 10\%$ z aktuálne meranej hodnoty v rozsahu merania 0-30 %obj. [I.14] (presnosť je hlbšie diskutovaná v kapitole vyššie),
- meranie teploty - 24 ks, presnosť 1%, rozsah merania $-40 \div 400$ °C [I.15],

pričom súčasťou systému sú aj - meracia a vyhodnocovacia aparátúra - 4 ks a prepojovacie skrinky - 24 ks.

Systém tak pozostáva z 24 meracích kanálov, z ktorých 12 je určených pre PAMS a 12 pre systém SAMS, pričom sú splnené podmienky redundancie HMS.

SKR štruktúra systému merania koncentrácie vodíka odpovedá štruktúre PAMS a SAMS.

Systém merania koncentrácie vodíka zberá údaje o koncentrácii vodíka a teploty hermetických priestorov a spracováva ich vo vyhodnocovacích jednotkách. Hodnoty koncentrácie vodíka a teploty sú spracované na unifikovaný signál 4 - 20mA. Výstupné signály merania sú posielané z vyhodnocovacích jednotiek do systémov PAMS a SAMS. Zobrazenie - prezentáciu parametrov zaisťuje systém PAMS prostredníctvom kvalifikovaných displejov na SICS paneloch umiestnených na BD a ND a systém SAMS prostredníctvom kvalifikovaného displeja na SICS panely určeného pre riadenie ŤH umiestneného na BD. Systémy PAMS a SAMS tiež zabezpečujú prenos týchto signálov do systému PICS.

Meracie obvody relevantných redundancií sú elektricky nezávislé, vzájomne fyzicky separované a oddelené od nekvalifikovaných zariadení.

6.5.4.3.1.5.1 Dispozičné riešenie

Merania sú realizované v rôznych miestnostiach HP nasledovne [I.9]:

- 1 x miestnosť chladičov,
- 4 x miestnosť PG,
- 1 x miestnosť armatúr,
- 1 x miestnosť armatúr,
- 1 x šachta barbotážneho kondenzátora,
- 1 x miestnosť elektromotorov HCC,
- 1 x miestnosť tlakových zásobníkov,
- 1 x miestnosť tlakových zásobníkov,
- 1 x miestnosť kompenzátora objemu.

6.5.4.3.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU

6.5.4.3.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

V súlade s požiadavkami Prílohy č. 4 Vyhlášky ÚJD SR 431/2011 [II.2] a metodického návodu [I.4] bol vypracovaný plán kvality pre HMS.

V plánoch kvality systému boli rozpracované požiadavky na zabezpečovanie kvality systému merania koncentrácie vodíka v etape prípravy výroby a samotnej výroby, počas dopravy a skladovania, montáže, uvádzania do prevádzky, prevádzky a údržby.

Požiadavky na kvalitu systému merania koncentrácie vodíka sú uvedené v plánoch kvality a dokladované v STD [I.26].

Sprievodná technická dokumentácia bola vypracovaná v súlade s požiadavkami vyhlášky [II.1] a v zmysle manuálu [I.5].

Je vypracovaný „Program funkčných skúšok HMS“ [I.3], ktorý spĺňa požiadavky vyhlášky [II.1]. Úspešné vykonanie skúšok podľa tohto programu dostatočne preukazuje kvalifikáciu zariadenia HMS [I.20], [I.21].

6.5.4.3.2.2 Seizmická odolnosť

V rámci plnenia národných a medzinárodných záväzných noriem a predpisov pre projektovanie sú splnené i legislatívne požiadavky na seizmickú odolnosť pre HMS - vid'. Kapitola 6.5.4.3.1.2.2.

6.5.4.3.2.3 Princípy bezpečného projektovania

6.5.4.3.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy

Pre systém HMS je aplikované kritérium jednoduchej poruchy.

HMS slúži na meranie koncentrácie vodíka a teploty v hermetických priestoroch. Je súčasťou PAMS a SAMS, ktoré sú klasifikované ako systémy so vzťahom k bezpečnosti, jednotlivé podsystémy HMS sú zaradené do BT podľa klasifikačných požiadaviek týchto systémov - BT II (pre PAMS KAT.1) resp. BT III (pre SAMS) [I.13], [I.24] a [I.25]. Pre princíp jednoduchej poruchy sú aplikované nasledovné projektové riešenie:

- Meracie kanály HMS pre PAMS a SAMS sú vzájomne redundantné, merania sú v rovnakých miestach HP.
- Meracie obvody sú elektricky nezávislé, vzájomne fyzicky separované a oddelené od nekvalifikovaných zariadení.

Napájanie jednotlivých častí HMS z príslušného SZN je podrobnejšie popísané v kapitole 6.5.4.3.1.2.4.

Namerané hodnoty koncentrácie vodíka a teploty sú spracované v štyroch skriniach meracej a vyhodnocovacej jednotky, umiestnených v troch rôznych miestnostiach.

6.5.4.3.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Kritérium poruchy so spoločnou príčinou nie je prísne požadované, okrem toho projekt systému zaisťuje splnenie takých požiadaviek ako je fyzické oddelenie a nezávislosť prostriedkov.

6.5.4.3.2.3.2.1 Diverzita

Diverzita pre HMS sa neaplikuje, pretože pre merania PAMS a SAMS nie je požadovaná diverzita.

6.5.4.3.2.3.2.2 Oddelenie

Nezávislosť, fyzická a funkčná oddelenosť je zabezpečená nasledujúcim spôsobom:

- Napájanie jednotlivých častí HMS z príslušného SZN je podrobnejšie popísané v kapitole 6.5.4.3.1.2.4.
- Namerané hodnoty koncentrácie vodíka a teploty sú spracované v štyroch skrinách meracej a vyhodnocovacej jednotky, umiestnených v troch rôznych miestnostiach [I.14].

Každý individuálny merací kanál je po celej trase nezávislý až po individuálne zobrazenie v rámci PAMS a SAMS.

6.5.4.3.2.3.3 Kritérium bezpečnej poruchy

Kritérium nie je požadované.

6.5.4.3.2.3.4 Analýza spoľahlivosti

Spoľahlivosť systému bola vhodne hodnotená kvalitatívne. Použitie systému nie je spojené s neprijateľným rizikom. Tento argument sa opiera o tieto fakty:

1. Dodávateľ systému použil certifikovaný systém kvality počas celého výrobného cyklu.
2. Dodávateľ systému použil v projekte systému prístup pripúšťajúci toleranciu porúch:
 - v konštrukčných riešeniach systému je realizovaný princíp redundancie,
 - meracie kanály HMS pre PAMS a SAMS sú vzájomne redundantné,
 - meracie obvody sú galvanicky navzájom nezávislé, fyzicky oddelené a izolované od neklasifikovaných zariadení.

Na základe viacročných skúseností s prevádzkou systémov HMS, v podmienkach normálnej prevádzky blokov EBO34 prevádzkovaných od r. 2007/2008, je možné konštatovať vysokú spoľahlivosť meracích reťazcov. Počas porúch bol systém funkčný vďaka rezerve, zabezpečenej implementovanou redundanciou. Poruchy boli odstránené v priebehu niekoľkých hodín, maximálne dní.

6.5.4.3.2.3.5 Kvalifikácia systému

Požiadavky na kvalifikáciu:

Systém merania koncentrácie vodíka musí spĺňať požiadavky na kvalifikáciu pre všetky súvisiace komponenty a definované podmienky prostredia v mieste inštalácie [I.18], [I.19], [I.20], [I.21], [III.1] s popisom detailov nižšie.

Požiadavka: HMS v HP musí byť funkčný počas normálnej prevádzky, pri projektových haváriách a pri ťažkých haváriách (teplota, vlhkosť, pretlak, radiácia, elektromagnetické rušenie, horenia vodíka).

Splnenie: Tieto požiadavky sú splnené náležitou kvalifikáciou systému. Konkrétne:

- Pre seizmickú odolnosť: Prístrojové vybavenie v skrinách a merania vodíka plnia svoju funkciu s požadovanou presnosťou i po skončení zemetrasenia [I.20], [I.21], čo je preukázané výsledkami kvalifikačných testov pre seizmickú udalosť, ktoré popisuje správa [I.20]. Zariadenia na meranie koncentrácie vodíka a teploty v kontajneroch zaradené do PAMS a SAMS spĺňajú požiadavku na seizmickú odolnosť.
- Skrine majú ochranné krytie zabezpečujúce dostatočnú ochranu pred vniknutím cudzích telies väčších ako 1 mm a ochranu pred kvapkajúcou vodou.
- Pre podmienky prostredia (z pohľadu teploty, vlhkosti, radiácie) sú požiadavky na kvalifikáciu počas normálnej prevádzky a pre havarijné podmienky uvedené v Dodatku č. 0003 [I.6]. V oblasti ťažkých havárií je požadovaná schopnosť prežitia/dostupnosti zariadení systému merania koncentrácie vodíka v HP. Podľa [I.7] majú merania koncentrácie vodíka a teploty (zaradené do SAMS), umiestnené v HP, prežiť podmienky ťažkej havárie počas obdobia, v ktorom je potrebné plnenie ich projektovej funkcie, čo je v tomto prípade stredná etapa ŤH. Podmienky prostredia v jednotlivých fázach ťažkej havárie sú definované v [III.1]. Kvalifikácia meracej sondy s káblom na podmienky ťažkej havárie bola vykonaná na základe úspešných funkčných skúšok zariadenia pred a po simulácii havarijných podmienok počiatočnej a strednej fázy ťažkej havárie (hraničné termodynamické parametre s uvažovaním horenia vodíka) [I.20].
Skúška radiačného starnutia bola vykonaná pre celkovú dávku ionizujúceho žiarenia, zodpovedajúcu 20 rokom normálnej prevádzky, plus dávku, zodpovedajúca LOCA havárií, a plus dávku, zodpovedajúcu ťažkej havárii [I.20].
- Pre EMC odolnosť: Výsledky vykonaných jednotlivých EMC skúšok celého systému potvrdili [I.20], že hodnotené zariadenia v plnom rozsahu spĺňajú požiadavky EMC konceptu [I.23].

Vykonané kvalifikačné skúšky preukázali funkčnú spôsobilosť, teda schopnosť merať koncentráciu vodíku pomocou sondy v podmienkach prostredia normálnej prevádzky, v havarijných podmienkach a v podmienkach prostredia počas prvých dvoch etáp ťažkej havárie.

Zabránenie vzniku poruchy so spoločnou príčinou, ktorou sú podmienky okolitého prostredia, alebo seizmická udalosť, je preukázané výsledkom kvalifikácie sondy, ktoré popisuje správa [I.20].

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnnej kvalifikačnej správe [I.20] a v príslušnej preukaznej dokumentácii - protokoloch kvalifikačných skúšok vid' prílohy tejto správy.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou STD [I.26]. Prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení HMS je uvedený v [I.8] - Databázovom systéme riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.5.4.3.2.3.6 Zabezpečenie kvality softvéru

Kvalita softvéru (firm-ware), používaného v HMS, bola potvrdená vykonaním skúšok [III.2], [III.3], [III.4], uskutočnených podľa plánov kvality. Výstupom HMS sú analógové signály, ktoré sú ďalej spracované v rámci vyššej hierarchie SKR (PAMS, SAMS) [I.13].

6.5.4.3.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE

Rozsahy meraní, kvalifikačné požiadavky - parametre prostredia HMS sú stanovené na základe výpočtových analýz veľkého množstva havarijných scenárov [I.9], [I.10] a [III.1].

6.5.4.3.3.1 Hodnotenie plnenia legislatívnych požiadaviek

Monitorovací systém vodíka z legislatívneho hľadiska spĺňa požiadavky **Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z.** [II.1].

Nižšie uvedené kritériá sú uvedené v **Prílohe č. 3** Požiadavky na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich projektovaní, **časť II.** Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom:

D. Systém ochrannej obálky

(15) Ochranná obálka musí byť vybavená systémami na kontrolu vodíka a rádioaktívnych látok, ktoré by do nej mohli vniknúť počas postulovaných iniciačných udalostí a po ich vzniku. Spolu s ostatnými systémami tieto systémy musia

b) kontrolovať a udržiavať objemové koncentrácie vodíka na dovolených hodnotách, aby zabezpečili celistvosť ochrannej obálky.

Splnené - spolu s ostatnými systémami (rekombinátory vodíka a sprchový systém kontajnementu), inštalovaný monitorovací systém koncentrácie vodíka v kontajnemente počas postulovaných iniciačných udalostí pomáha pri kontrole a udržiavaní objemovej koncentrácie vodíka na dovolených hodnotách

(20) Koncentrácia horľavých plynov musí byť počas ťažkej havárie riadená.

Splnené - spolu s ostatnými systémami (zariadeniami na spaľovanie vodíka a sprchovým systémom kontajnementu) a postupmi pre riadenie spaľovanie vodíka, inštalovaný monitorovací systém koncentrácie vodíka v kontajnemente počas ťažkej havárie pomáha pri kontrole a riadení koncentrácie horľavého plynu - vodíka.

6.5.4.3.3.2 Hodnotenie vplyvu na jadrovú bezpečnosť

HMS je systém so vzťahom k bezpečnosti, ktorý sa uplatňuje najmä v čase, keď je jadrová bezpečnosť už haváriou ohrozená.

HMS je podporný systém pre rozhodovanie havarijného manažmentu a preto sú adekvátne kritické havarijné hodnoty koncentrácií vodíka v HP a spôsob kontroly havarijného merania v PAMS a SAMS odrazené v príslušných predpisoch, manuáloch, návodoch (SAMG, EOPs, havarijné plány atď.) pre umožnenie správnej interpretácie meraní a následných vedomých, zodpovedných a správnych rozhodnutí a postupov havarijných štábov, riadiacich vzniknutú havarijnú situáciu.

LITERATÚRA**I Dokumenty vo vlastníctve SE**

- [I.1] PpBs kap. 05.03 Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [I.2] Podkladová dokumentácia k predpisu E-1
- [I.3] Program funkčných skúšok merania koncentrácie vodíka v HZ,
- [I.4] Jednotná príprava a spracovanie plánov kvality, analýz vplyvov a revízie pôvodných IPZK vybraných zariadení JE MO34 - 2. etapa
- [I.5] Manuál o skladbe a rozsahu sprievodnej technickej dokumentácie, SE-MO34,
- [I.6] Revize a dopracování Úvodního projektu pro MO34, Dodatek č.0003, Charakteristiky prostředí
- [I.7] Prístup MO34 k preukazovaniu schopnosti prežitia zariadení v podmienkach ťažkej havárie
- [I.8] Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34
- [I.9] Zdôvodnenie projektu v časti pohavarijnej rekombinácie a zapalovania vodíka
- [I.10] Analýzy priebehu ťažkých havárií
- [I.11] Zoznam vstupných signálov PAMS/SAMS
- [I.12] Špecifikácia funkcií PAMS/SAMS I&C (Úroveň 4)
- [I.13] Špecifikácia systému PAMS/SAMS
- [I.14] Systém merania koncentrácie vodíka - Technická správa
- [I.15] Kvalifikačná špecifikácia pre systém merania koncentrácie vodíka – Nové podmienky ŤH
- [I.16] I&C Power Supply – Single Line Diagram
- [I.17] PpBS kap. 06.06 Elektrické napájanie
- [I.18] Systém merania koncentrácie vodíka - Kvalifikačná špecifikácia
- [I.19] Systém merania koncentrácie vodíka - Program kvalifikácie
- [I.20] Systém merania koncentrácie vodíka - Súhrnná kvalifikačná správa
- [I.21] Systém merania koncentrácie vodíka – Protokol dostatočnosti kvalifikácie
- [I.22] Systém merania koncentrácie vodíka – Blokovaná schéma.
- [I.23] „EMC Koncept“, ABEGU, 2008-01-21
- [I.24] PpBS kap. 6.5.4.1 Pohavarijný monitorovací systém - PAMS/QDS
- [I.25] PpBS kap. 6.5.4.2 Systém riadenia ťažkých havárií – SAMS/QDS
- [I.26] Systém merania koncentrácie vodíka - Sprievodná technická dokumentácia

II Všeobecne dosiahnuteľné dokumenty (normy, zákony)

- [II.1] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011, o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.2] Vyhláška ÚJD SR č. 431/2011, o systéme manažérstva kvality

- [II.3] Zákon č. 541/2004 Z.z. / Zákon č. 350/2011 novela zákona; Zákon o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon), ÚJD SR
- [II.4] 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, platná Vyhláška ÚJD SR č. 31/2012 Z.z..
- [II.5] 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.6] Bezpečnostný návod BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, 11/2008, Bezpečnostný návod BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, 11/2014,
- [II.7] Rozhodnutie č. 267/2008 ÚJD SR
- [II.8] 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.9] Vyhláška ÚJD SR č. 56/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na dokumentáciu systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu jadrových zariadení, podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania

III Dokumenty vytvorené VUJE (nie sú v I. a II. skupine)

- [III.1] Parametre prostredia počas scenárov ťažkých havárií
- [III.2] Martinkovič - Návrh verifikácie a validácie softveru_MO3, VUJE / 2014
- [III.3] Martinkovič - Protokol verifikácie softvéru_MO3, / 2014
- [III.4] Martinkovič - Protokol validácie softvéru_MO3, / 2014