

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.05.05.06 Systém vnútroreaktorovej kontroly - Incore

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	3
				Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	x	SEC. INDEX / INDEX utajenia
The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.							
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 08		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361066		A4	6.01	RS	Z
				Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
				1	24	3(4).10.01	JAZ

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436106608_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 26.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE, a.s.	0560	26.07.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE a.s.	0520	26.07.2019		
Verified by / Overil:			VUJE, a.s.	0720	26.07.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE a.s.	1703	26.07.2019		

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
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	•Kapitola 06.05.05.06 Systém vnútroreaktorovej kontroly - Incore - Titulný list	• PNM3436106608_S_C00_V	• 08
2.	•Kapitola 06.05.05.06 Systém vnútroreaktorovej kontroly - Incore - Textová časť	• PNM3436106608_S_C01_V	• 08
3.	.	.	.
4.	.	.	.
5.	.	.	.
6.	.	.	.
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.
11.	.	.	.

OBSAH

OBSAH	4
ÚVOD.....	5
ZOZNAM SKRATIEK.....	6
6.5.5.6 SYSTÉM VNÚTROREKTOROVEJ KONTROLY - INCORE.....	8
6.5.5.6.1 POPIS SYSTÉMU	8
6.5.5.6.1.1 ÚČEL SYSTÉMU	8
6.5.5.6.1.2 OPIS KONŠTRUKCIE A FUNKČNOSTI	8
6.5.5.6.1.2.1 Bezpečnostné funkcie.....	8
6.5.5.6.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia.....	8
6.5.5.6.1.2.3 Popis systému INCORE	9
6.5.5.6.1.2.3.1 Meracie kanály	9
6.5.5.6.1.2.3.2 Programovo technický komplex INCORE (PTK INCORE).....	9
6.5.5.6.1.2.3.3 KSMTR (TER a SPAS)	9
6.5.5.6.1.2.3.4 INCORE rozhrania	9
6.5.5.6.1.2.3.5 HMI.....	10
6.5.5.6.1.2.4 Funkcie systému.....	10
6.5.5.6.1.2.5 Elektrické napájanie.....	11
6.5.5.6.1.3 ČINNOSŤ OBSLUHY.....	11
6.5.5.6.1.4 POPIS PREVÁDZKOVÝCH STAVOV	11
6.5.5.6.1.5 DETAILNÉ PRVKY PROJEKTU	12
6.5.5.6.1.5.1 Dispozičné riešenie.....	12
6.5.5.6.1.5.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky	12
6.5.5.6.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU	13
6.5.5.6.2.1 POŽIADAVKY NA VYBRANÉ ZARIADENIA	13
6.5.5.6.2.2 SEIZMICKÁ ODOLNOSŤ	13
6.5.5.6.2.3 PRINCÍPY BEZPEČNÉHO PROJEKTOVANIA.....	13
6.5.5.6.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy	13
6.5.5.6.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	14
6.5.5.6.2.3.2.1 Diverzita	14
6.5.5.6.2.3.2.2 Oddelenie	14
6.5.5.6.2.3.3 Analýza spoľahlivosti	14
6.5.5.6.2.3.4 Kvalifikácia systému	15
6.5.5.6.2.3.5 Zabezpečenie kvality softvéru	15
6.5.5.6.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE.....	16
6.5.5.6.3.1 HODNOTENIE PLNENIA LEGISLATÍVNYCH POŽIADAVIEK	16
6.5.5.6.3.2 BEZPEČNOSTNÉ HODNOTENIE INCORE	18
LITERATÚRA	19
ZOZNAM OBRÁZKOV	24
ZOZNAM TABULIEK	24

ÚVOD

Kapitola PpBS 6.5.5.6 je vypracovaná v súlade so Zákon o mierovom využívaní jadrovej energie [II.1], Vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z. z [II.6], BNS I.1.2/2008 [II.8], pričom bolo prihladené k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 (v primeranom rozsahu) [II.26] a IAEA Safety Standards Series GS-G-4.1 [II.23].

Kapitola sa zaoberá technickým popisom a posúdením bezpečnosti Systému vnútroreaktorovej kontroly (INCORE) 3. a 4. bloku jadrovej elektrárne Mochovce.

Pri vypracovaní kapitoly 6.5.5.6 PpBS boli rešpektované pripomienky uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008 [II.22].

ZOZNAM SKRATIEK

AZ	aktívna zóna
AMS	Analytické meracie stredisko
A-INCORE	zostava pre vybavenie INCORE aparatury
BD	bloková dozorňa
BORON	Meranie koncentrácie bóritej
DNBR	zásoba do krízy varu
DPS	dielčí prevádzkový súbor
DPZ	samonapájací detektor neutrónov
DS	zobrazovacia stanica
EXCORE	systém merania neutrónového toku mimo reaktora
HČČ	hlavné cirkulačné čerpadlo
HCS	hlavná cirkulačná slučka
HMI	rozhranie stroj - človek
HRK	havarijná, regulačná a kompenzačná kazeta
HTK	hlava technickej kontroly
IC	prístrojová skriňa
I.O.	primárny okruh
II.O.	sekundárny okruh
JE	jadrová elektrárňa
JZ	jadrové zariadenie
KF	pracovisko kontrolného fyzika (KF-1 lokálne, KF-2 vzdialené)
KNI	kanál neutrónovej inštrumentácie
MKV	minimálny kontrolovaný výkon
KSMTR	Kontrolný systém merania teplôt reaktora
MS-S	monitorovací systém neutrónovej šumovej diagnostiky
OT	odporový snímač teploty
PICS	procesný informačno-riadiaci systém
PK	pracovná kazeta
PTK INCORE	Programovo Technický Komplex INCORE
Qlin	lineárny výkon prútika
RE	reaktor
RRCS	systém skupinového a individuálneho riadenia HRK
RZ	reaktorové zariadenie
SI	pracovisko systémového inžiniera (SI-1 lokálne, SI-2 vzdialené)
SPAS	systém sledovania presnostných a spoľahlivostných charakteristík
INCORE	systém vnútroreaktorovej kontroly (INCORE)
TBC	pripojovacia skriňa
TČ	termoelektrický snímač teploty
TER	teplotný etalón
TVS HRK	palivová časť HRK
TVPK	teplota na výstupe z palivových kaziet

VK INCORE	výpočtový komplex INCORE
UL	vrchná úroveň
ÚP	úvodný projekt

6.5.5.6 SYSTÉM VNÚTROREKTOROVEJ KONTROLY - INCORE

6.5.5.6.1 Popis systému

6.5.5.6.1.1 Účel systému

Hlavnou úlohou INCORE je zaistiť spoľahlivú a bezpečnú prevádzku reaktora poskytovaním jadrových fyzikálnych a termo - hydraulických parametrov reaktora operatívne personálu.

Systém INCORE je modernizovaný nástroj pre monitorovanie, analýzu a predpoveď neutrónovo - fyzikálneho a termohydraulického chovania aktívnej zóny reaktora, je určený k automatickému zberu údajov, k ich ďalšiemu spracovaniu podľa určených algoritmov a ich prezentácie prevádzkovému personálu.

6.5.5.6.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti

INCORE monitorovací systém sa skladá z meracej aparatury, výpočtového komplexu a KSMTR.

Všetky generované signály KNI sú posielané do meracej aparatury. Potom sú tieto signály posielané do výpočtovej časti komplexu, kde sú ďalej spracované.

KSMTR umožňuje presne určiť teplotu chladiacej vody v I.O., poskytuje jednoznačné informácie o stave teplotných parametrov.

Pre ďalšie informácie o jednotlivých komponentoch viď. 6.5.5.6.1.2.3.

6.5.5.6.1.2.1 Bezpečnostné funkcie

Systém INCORE sa podieľa na regulácii reaktivity a odvodu tepla z jadra., podľa IAEA Bezpečnostné štandardy NS-R-1: Bezpečnosť jadrových elektrární – Požiadavky na projekt [II.24].

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z. z. [II.25] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ [I.86] schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.27] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS [I.87] je systém INCORE zaradený do BT III.

Systém INCORE plní špecifickú bezpečnostnú funkciu:

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

6.5.5.6.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.25] je systém INCORE vybrané zariadenie.

Zariadenia systému INCORE sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.25] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ [I.86] a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému INCORE, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z. z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.17].

INCORE je konštruovaný na prácu v prostredí definovaného v ÚP v dokumente [I.19] a jeho dodatkom [I.20], ktoré určujú podmienky prevádzky za normálnych a núdzových podmienok. INCORE je informačný systém určený pre prácu v normálnych prevádzkových podmienkach.

Klasifikované zariadenia INCORE , spĺňajú požiadavky EMC.

6.5.5.6.1.2.3 Popis systému INCORE

6.5.5.6.1.2.3.1 Meracie kanály

Teplota chladiacej vody je meraná prostredníctvom TČ a OT. Signály z TČ a z OT sú spolu privedené do meracej aparatury.

Neutrónový tok (a tým aj výkon), je meraný samo-napájacími neutrónovými detektormi (DPZ). Všetky generované signály z DPZ sú prenášané do meracej aparatury.

6.5.5.6.1.2.3.2 Programovo technický komplex INCORE (PTK INCORE)

PTK INCORE pracuje nepretržite, vykonáva výpočty v reálnom čase, synchronne s procesmi prebiehajúcimi v reaktore.

Je tvorený časťami:

- meracia aparatura (A – INCORE)
- výpočtový komplex (VK – INCORE)

PTK INCORE periodicky kontroluje spoľahlivosť a presnosť vykonávaných meraní, na základe informácií z poruchových stromov a spoľahlivosti snímačov, aby bolo možné zobraziť hodnoverné hodnoty. PTK INCORE tiež kontroluje prácu komunikačných kanálov. V prípade poruchy jedného komunikačného kanálu sa automaticky prepína na druhý kanál.

A - INCORE je realizovaná s dvoma nezávislými systémami, ktoré realizujú funkcie zberu, prevodu meraných signálov do číslícovej formy, a spracovávajú signály zo vstupných meraní.

VK - INCORE prijíma namerané údaje z A-INCORE, zabezpečuje monitorovanie parametrov AZ v reálnom čase a zobrazuje ich pre operatívny personál bloku. VK INCORE pracuje s aktuálnymi počítaniami a tiež aj s archívnymi údajmi.

6.5.5.6.1.2.3.3 KSMTR

KSMTR umožňuje presne určiť teplotu chladiacej vody v I.O., poskytuje jednoznačné informácie o stave teplotných parametrov.

6.5.5.6.1.2.3.4 INCORE rozhrania

INCORE má prepojenie na nasledujúce systémy:

- RRCS - posiela binárny signál do RRCS pre obmedzenie výkonu reaktora.,
- PICS (vstup/výstup),
- BORON pre získanie informácií o koncentrácii kyseliny boritej,
- CHEMIS pre získanie hodnôt o aktivite primárnej vody,

- AMS
- MS-S
- PCS
- MCR pre zobrazenie parametrov pre obsluhu

6.5.5.6.1.2.3.5 HMI

Hodnoty premenných zobrazované v grafických formátoch môžu byť reprezentované v grafickej a číselnej forme.

Ak sa hodnota parametra odchyľuje od nominálnej hodnoty, je hodnota zobrazená farbou, ktorá je závislá od veľkosti odchýlky od medznej hodnoty. Hodnota môže nadobúdať farby:

- hodnota parametra je v intervale nominálnych hodnôt - **zelená farba**
- hodnota parametra prekračuje hornú varovnú medzu - **žltá farba**
- hodnota parametra prekračuje hornú režimovú medzu - **červená farba**
- hodnota parametra je pod dolnou varovnou medzou - **čierna farba**
- hodnota parametra je pod dolnou režimovú medzou - **fialová farba**
- neplatná hodnota parametra - **šedá farba**

Varovné medze obmedzujú oblasť normálneho stavu, režimové medze obmedzujú oblasť varovného stavu, zatiaľ čo mimo režimových medzí je kritická oblasť. O výskyte prekročenia medznej hodnoty je operátor informovaný blikaním hodnoty parametra a tiež aj zvukovým signálom. Tento stav trvá až do potvrdenia operátorom tohto stavu. Vo všeobecnosti sa vykonáva ručne operátorom (najmä pri najdôležitejších udalostiach), aby potvrdil jeho prijatie. Tento signál môže byť generovaný automaticky systémom. To sa stane ak uplynie určitá doba, alebo sa zmenila hodnota.

Niektoré parametre sú zobrazované v grafoch, pričom tieto môžu obsahovať niekoľko premenných. Vo všeobecnosti tieto grafy slúžia na zobrazenie parametrov s časom, alebo pre porovnanie vzájomnej závislosti medzi parametrami (mierky osí sú automaticky upravované).

Systém nezobrazuje iba aktuálne parametre, ale obsluha môže tiež načítať a zobraziť dáta z archívu.

Ďalšie informácie sa nachádzajú v [I.30].

6.5.5.6.1.2.4 Funkcie systému

Hlavnú úlohu INCORE - zaistiť spoľahlivú a bezpečnú prevádzku reaktora zabezpečuje plnením nasledujúcich funkcií:

- zber a spracovanie analógových, binárnych, normovaných a kódových informácií zo snímačov a pripojených externých systémov v reálnom čase,
- výpočet stavových premenných reaktorového zariadenia,
- kontrola meraní a odchýlok technologických veličín,
- diagnostika a kontrola stavu reaktorového zariadenia,
- archivácia informácií,
- prezentácia informácií operatívnemu personálu.

Počas práce RE SW pracuje autonómne normálnom cyklickom režime.

Systémovými funkciami, zameranými na zabezpečenie fungovania, zvýšenie spoľahlivosti a pohodlia prevádzkovania systému, ktoré dajú informácie o stave meracieho traktu a programovo-technických elementov systému sú:

- operatívna kontrola stavu systému
- riadenie fungovania systému
- vstup apriórnych údajov a korekcia parametrov
- registrácia a zobrazovanie systémových informácií
- výmena údajov v rámci systému
- inštrumentálne funkcie

6.5.5.6.1.2.5 Elektrické napájanie

Koncept elektrickej časti a pomocných napájacích systémov MO34 je popísaný v POSAR kapitola 06.06 - Elektrické napájanie [I.82]. V kapitole je uvedené:

- spoločné a základné princípy riešenia pomocného napájacieho systému jadrovej elektrárne,
- požiadavky na zaťaženie elektrického napájania (popis údajov a hodnôt),
- popis schémy pomocného napájacieho systému jadrovej elektrárne - zdrojov a sietí pomocného napájacieho systému a ich funkcie/prevádzkových režimov.

Celkové SKR riešenia napájania je uvedené na „I&C Power Supply - Single line diagram“ v dokumente [I.83].

Požiadavky na elektrické napájanie a záťaž sú uvedené v dokumente [I.84].

Podrobná schéma napájania je uvedená v dokumente [I.7].

Schéma ochranného zemnenia sa nachádza v dokumente [I.11]. Popis celkového uzemňovacieho systému JE sa nachádza v POSAR [I.82].

6.5.5.6.1.3 Činnosť obsluhy

Činnosť obsluhy INCORE počas normálnej prevádzky pozostáva z pozorovania údajov, prehliadok a periodického testovania v termínoch určených príslušným prevádzkovým predpisom. Okrem týchto činností je zariadenie prevádzkované bez obsluhy.

V prípade vzniku poruchy zariadení INCORE obsluha vyvolá zásah údržby.

V režime projektových havárií činnosť obsluhy INCORE nie je požadovaná.

6.5.5.6.1.4 Popis prevádzkových stavov

Systém vnútroreaktorovej kontroly je v činnosti za normálnej prevádzky od teploty chladiva 50 °C do MKV, od MKV do 110% nominálneho výkonu vykonáva kontrolu teploty, prietoku, tlaku chladiva v primárnom okruhu.

Možné prevádzkové režimy vykonávania INCORE funkcií :

- kontinuálny režim (CON) - v tomto režime sú vykonávané funkcie, ktoré sú priebežne vykonávané,
- stály režim (PRM) - v tomto režime sú vykonávané funkcie, ktoré sú vykonané v priebehu hlavného cyklu systému,

- periodický (PRD-A) - v tomto režime sú vykonávané funkcie, ktoré sú automaticky vykonané po uplynutí prednastaveného časového intervalu (ktorý je dlhší ako hlavný cyklus systému),
- pravidelné M (PRD-M) - v tomto režime sú vykonávané funkcie, ktoré sú ručne spustené obsluhou,
- občasné (OCS-A automaticky alebo OCS-M manuálne) - v tomto režime sú vykonávané funkcie, ktoré sú spustené automaticky, alebo ručne v určitých prípadoch.

Funkcie vykonávané v jednotlivých režimoch sú zhrnuté v nasledujúcich tabuľkách podľa ich závislosti na prevádzkových režimoch popísaných vyššie.

6.5.5.6.1.5 Detailné prvky projektu

6.5.5.6.1.5.1 Dispozičné riešenie

INCORE je umiestnený v SO 800/1-02 a SO 806/1-03.

6.5.5.6.1.5.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky

Základné charakteristiky INCORE:

- výpočet parametrov na základe meraných signálov,
- výpočet parametrov pre použitie vo fyzikálnych modeloch bez používania meraných signálov (prediktívny simulátor, operatívna 3D rekonštrukcia výkonového poľa),
- merací cyklus všetkých meraní v systéme je rovnaký,
- počítačové siete LAN INCORE sú redundantné,

Metrologické charakteristiky kanálov meracej aparatury spĺňajú nasledovné všeobecné limity presnosti merania.

6.5.5.6.2 Technické hodnotenie systému

6.5.5.6.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Sú vypracované PLKV pre všetky vybrané zariadenia INCORE podľa vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006. Tieto programy sú v súlade s požiadavkami uvedenými v dokumente [I.87] kap. 5.3.6 Požiadavky z hľadiska zabezpečovania kvality VZ zaradených do BT I - BT III.

6.5.5.6.2.2 Seizmická odolnosť

Seizmická odolnosť systému je v súlade s požiadavkou uvedenou v dokumente [I.87] kap. 5.3.5 Bezpečnostná a seizmická kategorizácia bezpečnostných systémov a systémov so vzťahom k bezpečnosti.

6.5.5.6.2.3 Princípy bezpečného projektovania

Základnými spoľahlivostnými vlastnosťami systému sú:

- dvojkanálová architektúra celého systému INCORE,
- meracia aparatúra obsahuje redundantné napájacie zdroje a výstupná informácia je poskytovaná cez redundantný kanál, sú implementované pokročilé spôsoby autodiagnostiky a diagnostiky do hĺbky až po výmenné moduly a meracie kanály.
- každý modul meracej aparatúry má zabudované výkonné diagnostické zariadenie pre každý kanál, ktoré zaisťuje operatívnu identifikáciu poruchy, modulu (operatívna výmena chybného modulu), alebo nahradenie jeho funkcie.

Systém podlieha programom pravidelnej údržbe a testovaniu.

6.5.5.6.2.3.1 Kritérium jednoduchkej poruchy

Odolnosť VK INCORE je zabezpečená HW a SW redundanciou. Taktiež komunikačné kanály pre pripojenie do informačnej siete sú zdvojené. Algoritmy spracovania a výpočtov zaručujú, že výpadok jedného parametra nespôsobí výpadok ľubovoľnej funkcie systému ako celku.

V prípade chyby vstupného modulu meracej aparatúry sú chýbajúce merané hodnoty nahradené z pracujúcej vetvy meracej aparatúry.

V prípade poruchy jedného kanála, operátori postupujú podľa dokumentu Limity a podmienky bezpečnej prevádzky [I.85]. V prípade výpadku vstupného signálu výpočtový model zabezpečuje jeho náhradu ekvivalentnou hodnotou zo zabudovaného fyzikálneho modulu, alebo v prípade redundantného merania (OT pre meranie teploty porovnávacieho konca TČ, OT na HCS) hodnotou druhého snímača.

Výpočtová a meracia časť je v plnom rozsahu redundantná so zabudovaným zálohovaným napájaním.

Elektrické napájanie INCORE (meracej aparatúry a výpočtovej časti INCORE) je zabezpečené zo zaisteného napájania.

V oblasti merania sú v HTK a kompenzačných krabiciach inštalované dva OT pre meranie teploty porovnávacích koncov TČ pre TVPK a teploty v HCS. Každý OT v INCORE je napájaný zo samostatného prúdového zdroja, pričom výpadok napájania z jedného zdroja neovplyvní iné meranie z OT.

Aj keď meracie reťazce INCORE v zmysle klasifikácie systému nevyžadujú odolnosť voči jednoduchšej poruche, technické riešenie zabezpečuje redundanciu meraní (kanály) ako je popísané vyššie.

6.5.5.6.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

INCORE je monitorovací a informačný systém, preto sa nepožaduje z hľadiska bezpečnosti odolnosť voči poruche zo spoločnej príčiny. Avšak štruktúra INCORE v časti meraní a výpočtov zabezpečuje odolnosť voči poruche so spoločnou príčinou v rozsahu ako je popísané vyššie.

6.5.5.6.2.3.2.1 Diverzita

Na systém ako celok nie sú kladené požiadavky na diverzitu vo výpočtovej časti. Ako bolo popísané vyššie, je v meracích reťazcoch INCORE naplnená požiadavka diverzity použitím TČ a OT.

6.5.5.6.2.3.2.2 Oddelenie

6.5.5.6.2.3.2.2.1 Funkčné oddelenie systému

Funkcie systému INCORE sú logicky podľa dôležitosti rozdelené na rôzne úrovne spracovania, pričom sú tieto úrovne redundantné a oddelené od seba počítačovými kanálmi.

Oddelenie INCORE od iných systémov je realizované galvanickým a optickým oddelením vstupov/výstupov do/z INCORE. Vyššie uvedený popis potvrdzuje taktiež prístup k odolnosti systému proti poruchám.

INCORE je oddelený od systémov neklasifikovaných v STN EN 61226:

- je zaistená nezávislosť funkcií v rôznych líniiach ochrany do hĺbky,
- je zabezpečená separácia systémov rôznych bezpečnostných tried.

6.5.5.6.2.3.2.2.2 Fyzické oddelenie systému

Jednotlivé redundancie systému sú dispozične sú separované. Počítačové dátové kanály medzi externými systémami sú opticky oddelené.

6.5.5.6.2.3.3 Analýza spoľahlivosti

Spoľahlivosť systému bola hodnotená kvalitatívne podľa požiadaviek kladených na systém. Použitie systému nie je spojené s neprijateľným rizikom. Tieto argumenty sa opierajú o nasledovné skutočnosti:

- Dodávateľ používa certifikovaný systém kvality v priebehu celého životného cyklu systému [I.22], [I.23], [I.24], [I.25], [I.26], [I.27], [I.28].
- Pri návrhu systému dodávateľ použil metódy a princípy zvyšujúce spoľahlivosť systému a odolnosť voči chybám.

Spoľahlivosť komunikačného prepojenia VK INCORE je zabezpečená:

- zdvojením pracovných staníc,
- zdvojením zariadení A-INCORE a napájacích zdrojov,
- redundantnou štruktúrou prepojení medzi A-INCORE a VK INCORE,
- diagnostikou zariadení a sieťových prepojení v reálnom čase.

Zlyhanie jedného komponentu VK INCORE nespôsobí zlyhanie celého monitorovacieho systému INCORE.

Spoľahlivostné faktory VK INCORE poskytujú vysokú dostupnosť systému, pričom čas opravy nepresiahne 1 hodinu [I.17].

6.5.5.6.2.3.4 Kvalifikácia systému

Dokladovanie funkčných vlastností a odolnosti voči prostrediu je preukázané výsledkami typových skúšok [I.12]. Hardvér a softvér sú kvalifikované v súlade s normami určenými pre digitálne SKR [II.6], [I.29] a v súlade s požiadavkami na kvalifikáciu [I.9].

Kvalifikácia systému INCORE je tiež preukázaná na konkrétne podmienky prostredia v priestoroch MO34, v ktorých je systém umiestnený [I.14], [I.15], [I.21]. Systém INCORE je kvalifikovaný na prácu v teplote do 35 °C, no je schopný pracovať až do 45 °C.

Systém riadenia konfigurácie je zosúladený so systémom zabezpečenia kvality. Pre vybrané zariadenia sú plány kvality [I.22], [I.23], [I.24], [I.25], [I.26], [I.27], [I.28] vypracované projektantom v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách dokumentácie systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu jadrových zariadení, podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania.

6.5.5.6.2.3.5 Zabezpečenie kvality softvéru

SW systému spĺňa požiadavky zadania uvedeného v [I.17]. Splnenie požiadaviek SW potvrdzuje [I.12], [I.14], [I.15], a [I.42].

Softvér zariadení INCORE bol vyvinutý podľa plánu zabezpečenia kvality jadrových technických zariadení v súlade s normou [II.19]. Nástroje zariadení INCORE boli vyvinuté v súlade s [II.20].

6.5.5.6.3 Bezpečnostné zhodnotenie

6.5.5.6.3.1 Hodnotenie plnenia legislatívnych požiadaviek

Pre bezpečnostné hodnotenie systému INCORE sú použité kritéria podľa Vyhlášky UJD SR č. 50/2006 Z. z. [I.25] (číslovanie kritérií je podľa Prílohy 3 časť B,I.):

L. Bezpečnostné a riadiace systémy

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

Spĺnené - Kritériá kvality boli stanovené v procese nákupu systému a sú uvedené v dokumente IN-CORE monitoring system - JSC Atomstrojexport Detailed technical requirements of the works.

Požiadavky na vývoj softvéru, zobrazenie na monitoroch na BD, jeho integrácia s hardvérom, verifikácia a validácia boli vykonané v súlade s STN IEC 62138.

INCORE umožňuje on-line testovanie a automatickú diagnostiku jednotlivých častí systému. Konkrétny periodické skúšky musia byť vykonávané v súlade s DPS3.10.01 INCORE. FUNCTIONAL TESTS PROGRAM. Najmä individuálne testy INCORE sú navrhnuté tak, aby boli vykonávané v medzerách medzi spracovávaním. Všetky meracie kanály ICM sú pravidelne testované a kalibrované pri odstávkach a výsledky týchto testov a informácie o kalibrácii sú zaznamenané v protokoloch. INCORE, ako klasifikovaný systém spĺňa požiadavky na zabezpečovania kvality uvedené v PLKV pre jednotlivé časti systému (PTK skrine, káble, snímače, kompenzačné krabice, atď...) [I.22], [I.23], [I.24], [I.25], [I.26], [I.27], [I.28]. V súlade s kapitolou 4.5.5 dokumentu [I.29] časť kvalifikačného procesu je potvrdená priamou metódou.

Pre výrobu jednotlivých častí systému INCORE (snímače, signálne káble, kompenzačné krabice, systémové káble, skrine, káblové lávky, počítače pracovných staníc a stoly) boli vypracované dokumenty [I.43], [I.44], [I.45], [I.46], [I.47], [I.48], [I.49], [I.50], [I.51], [I.52], [I.53], [I.54].

Pre montáž jednotlivých častí systému INCORE (snímače, signálne káble, kompenzačné káble, kompenzačné krabice, systémové káble, skrine, káblové lávky, počítače pracovných staníc, zobrazovacie stanice a stoly) boli vypracované technologické postupy a tiež plány kontrol a skúšok [I.55], [I.56], [I.57], [I.58], [I.59], [I.60], [I.61], [I.62], [I.63], [I.64], [I.65], [I.66], [I.67], [I.68], [I.69], [I.70], [I.71], [I.72], [I.73], [I.74], [I.75], [I.76], [I.77], [I.78].

Systém tiež podlieha FAT, za účelom testovania a kvalitatívne technickej realizácie hardvéru. Program FAT skúšok pre jednotlivé časti INCORE sú popísané v: [I.12], [I.33], [I.34], [I.35], [I.37], [I.39], [I.40].

Spĺnenie požiadaviek bolo potvrdené v sumárnych správach o kvalifikácii: [I.14], [I.15], [I.32], [I.36], [I.38], [I.41].

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

Splnené – Ako je vysvetlené v kapitole 6.5.5.6.2.3.3 Analýza spoľahlivosti, bol systém navrhnutý s určitou odolnosťou proti chybám. Hlavná časť PTK INCORE je realizovaný s redundantnou štruktúrou na úrovni konštrukčných celkov a komunikačných sietí, aby porucha jedného komponentu neovplyvnila zlyhanie systému ako celku. Navyše, ako je uvedené v kapitole 6.5.5.6.2.3.4 Kvalifikácia systému, všetky komponenty sú realizované v súlade s vyhradený plánmi kvality a testov. Softvérová časť bola navrhnutá v súlade s požiadavkami stanovenými podľa STN IEC 62138, splnenie týchto požiadaviek bolo potvrdené vo výsledkoch FAT, rovnako ako aj v kvalifikačných správach (kapitola 6.5.5.6.2.3.5 Zabezpečenie kvality softvéru).

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

Splnené – Systém spĺňa požiadavky zaistenia kvality uvedené v kvalifikačných správach [I.14] a [I.15].

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

Splnené - Systém spĺňa požiadavky na kvalifikáciu uvedené v [I.22], [I.23], [I.24], [I.25], [I.26], [I.28]. Analýza implementácie kvalifikovaných požiadaviek pre kvalifikačné parametre sú spracované v súlade s článkom 4.5.5 [I.29] a sú uvedené v kvalifikačných správach, ktoré sú súčasťou sprievodnej technickej dokumentácie kvalifikovaných zariadení a sú vydané ako samostatné dokumenty - súhrnná kvalifikačná správa z častí INCORE

Splnenie požiadaviek bolo potvrdené v sumárnych kvalifikačných správach: : [I.14], [I.15], [I.32], [I.36], [I.38], [I.41]

(11) Bezpečnostné a riadiace systémy musia byť oddelené, aby porucha riadiacich systémov neovplyvnila bezpečnostné funkcie. Ak to nie je možné, funkčne nutné a účelné spojenie bezpečnostných a riadiacich systémov sa musí obmedziť natoľko, aby bezpečnostná funkcia nebola ovplyvnená.

Splnené - INCORE má rozhranie so systémom jednotného času (MASTER CLOCK SYSTEM), RRCS, PICS a CHEMIS, z ktorých žiadny nie je bezpečnostným systémom ([I.6]. Prepojenie INCORE s EXCORE je na strane INCORE galvanicky oddelené). Navyše, porucha rozhrania alebo inej časti INCORE nemá vplyv na iné systémy. (6.5.5.6.2.3.2.Oddelenie)

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

Splnené – Ako je popísané v kap. 6.5.5.6.1.2.3.5 HMI, parametre sú zobrazené číselnej, alebo grafickej forme. Odchýlky parametrov od nominálnych hodnôt sú indikované v špecifických farbách, v závislosti od charakteru odchýlky. Táto indikácia je tiež doplnená o vizuálny (blikanie) a zvukový efekt .

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

Splnené – INCORE obsahuje funkciu dlhodobej archivácie parametrov a operácie na prácu s archívom[I.17]

(18) Ukazovacie, signalizačné a ovládacie prístroje sa musia projektovať a rozmiestňovať tak, aby zamestnanci mali neustále dostatok informácií o prevádzke a mohli v prípade potreby operatívne zasiahnuť.

Splnené – Informácia z PTK INCORE je zobrazovaná na monitoroch DS-1, DS-2 and DS-3. Zobrazovací systém umožňuje zobrazovať parametre zo systémov KOK a UL.

(19) Meracie, ukazovacie, signalizačné a zapisovacie prístroje sa musia projektovať tak, aby v prípade udalostí poskytovali

- a) údaje o okamžitom stave,*
- b) základné informácie o priebehu udalostí a ich záznam,*
- c) údaje umožňujúce charakterizovať šírenie rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia do pracovného prostredia a do životného prostredia.*

Splnené – položky a) a b) pre všetky projektovaných režimy INCORE – je zabezpečené zobrazovanie informácií na monitoroch DS-1, DS-2 and DS-3 a zaznamenávanie údajov na systémoch KOK a UL.

6.5.5.6.3.2 Bezpečnostné hodnotenie INCORE

Riešenie systému INCORE je v súlade s vyššie spomenutými požiadavkami na bezpečnostné funkcie a signály k nim určené sú vybrané v súlade s technologickým zadáním. Redundantná štruktúra systému INCORE zvyšuje jeho spoľahlivosť a výkonnosť systému a garantuje plnenie funkcií pri výskyte jednoduchej poruchy.

Spracovanie projektovej, technickej a bezpečnostnej dokumentácie, výroba a montáž sú vykonávané v zmysle [II.1], [II.25] a [II.7] .

Pre vybrané zariadenia sú projektantom vypracované plány kvality v zmysle [II.17].

Dokladovanie funkčných vlastností a odolnosti voči prostrediu je preukázané výsledkami typových skúšok [II.12]. HW a SW sú kvalifikované v súlade s normami určenými pre digitálne SKR a v súlade s požiadavkami na kvalifikáciu podľa [II.14] a [II.19].

Zariadenia systému INCORE spĺňajú všetky požiadavky na funkčnosť, výkonnosť, spoľahlivosť, odolnosť voči prostrediu, zaistenie kvality a riadenie kvality, ktoré sú stanovené normou STN EN 61226 a súvisiacimi normami.

Systém INCORE teda spĺňa požiadavky a kritéria uvedené v [II.11] a [II.12] a návrh je patrične dokumentovaný.

Systém INCORE je schopný plniť v projekte stanovené funkcie vo všetkých uvažovaných režimoch, aj počas interných a externých vplyvov.

LITERATÚRA

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

- [I.1] DPS 3.10.01 INCORE, Technical Report
- [I.2] Block schematic diagrams
- [I.3] DPS 3.10.01 List of external signals
- [I.4] INCORE Dispositions
- [I.5] Systém INCORE
- [I.6] DPS3.10.01 INCORE. LIST OF INTERFACES
- [I.7] DPS3.10.01 INCORE. POWER SUPPLY DISTRIBUTION DIAGRAM
- [I.8] DPS3(4).10.01 INCORE. LIST OF SELECTED EQUIPMENT ACCORDING TO 508/2009
- [I.9] DPS3(4).10.01 INCORE. LIST OF CLASSIFIED EQUIPMENT
- [I.10] DPS3.10.01 INCORE. DRAWINGS OF CONNECTION SCHEMATICS
- [I.11] DPS3.10.01 INCORE. GROUNDING AND SCREENING CONNECTION DIAGRAM
- [I.12] DPS3(4).10.01 INCORE. ACCEPTANCE DEVICE TESTS BY MANUFACTURER (FAT) PROGRAM
- [I.13] DPS3.10.01 INCORE. LIST OF ACCOMPANYING TECHNICAL DOCUMENTATION
- [I.14] DPS3(4).10.01 INCORE. SUMMARY QUALIFICATION REPORT - SET OF ICMS APPARATUS EQUIPMENT SK-03
- [I.15] DPS3(4).10.01 INCORE. SUMMARY QUALIFICATION REPORT - SET OF EQUIPMENT COMPUTER SYSTEM (VK)/KSO.001
- [I.16] DPS3.10.01 INCORE, List of internal signals
- [I.17] IN-CORE monitoring system - JSC Atomstrojexport Detailed technical requirements of the works
- [I.18] DPS3.10.01 INCORE, List of measuring circuits
- [I.19] Charakteristiky prostredia (SE č. EMO3431569)
- [I.20] Addendum to basic design document E041200015T_B01 - "Environmental Characteristic"
- [I.21] DPS3(4).10.01 INCORE, Qualification specification (PTK cabinets)
- [I.22] DPS3(4).10.01 INCORE, PLKVZ I. etapa - PTK skrine
- [I.23] DPS3(4).10.01 INCORE, PLKVZ I. etapa - systémové káble
- [I.24] DPS3(4).10.01 INCORE, PLKVZ I. etapa - káblové trasy
- [I.25] DPS3(4).10.01 INCORE, PLKVZ I. etapa - kompenzačné krabice
- [I.26] DPS3(4).10.01 INCORE. PLKVZ I. etapa - snímače

- [I.27] DPS3(4).10.01 INCORE, PLKVZ II. etapa - PTK skrine
- [I.28] DPS3(4).10.01 INCORE, PLKVZ II. etapa - snímače, systémové káble, káblové trasy, kompenzačné krabice
- [I.29] Metodika pre zabezpečenie komplexnej kvalifikácie konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4.blok.
- [I.30] DPS3.10.01 INCORE Description of HMI
- [I.31] DPS3.10.01 INCORE. FUNCTIONAL TESTS PROGRAM
- [I.32] DPS3(4).10.01 INCORE. SUMMARY QUALIFICATION REPORT - SENSORS. SYSTEM CABLES. CABLE ROUTES. COMPENSATION BOXES
- [I.33] DPS3(4).10.01 INCORE. ACCEPTANCE DEVICE TESTS BY MANUFACTURER (FAT) PROGRAM - SIGNAL CABLES NS
- [I.34] DPS3(4).10.01 INCORE. ACCEPTANCE DEVICE TESTS BY MANUFACTURER (FAT) PROGRAM - SIGNAL CABLES SC III
- [I.35] DPS3(4).10.01 INCORE. ACCEPTANCE DEVICE TESTS BY MANUFACTURER (FAT) PROGRAM - TER. WORKPLACE COMPUTER SYSTEMS. WORKSTATIONS. TABLES
- [I.36] DPS3(4).10.01 INCORE. SUMMARY QUALIFICATION REPORT - SIGNAL CABLES SC III
- [I.37] DPS3(4).10.01 INCORE. ACCEPTANCE DEVICE TESTS BY MANUFACTURER (FAT) PROGRAM - KNIT SENSORS
- [I.38] DPS3(4).10.01 INCORE. SUMMARY QUALIFICATION REPORT - KNIT SENSORS
- [I.39] DPS3(4).10.01 INCORE. ACCEPTANCE DEVICE TESTS BY MANUFACTURER (FAT) PROGRAM - WORKSTATIONS AND TABLES
- [I.40] DPS3(4).10.01 INCORE. MS-S. PROGRAM OF FAT FOR I&C SWITCHBOARDS AND POWER CABLES
- [I.41] DPS3(4).10.01 INCORE. MS-S. SUMMARY QUALIFICATION REPORT - I&C SWITCHBOARDS AND POWER CABLES
- [I.42] Program skúšky integrácie systémov I.O.(RTS, DRTS, ESFAS, RLS, BREAKER, EXCORE, INCORE, BORON, RCS, RRCS, PCS, PICS, SMS, RMS, ASFES, HVAC, SENSORS AND DRIVES
- [I.43] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - snímače
- [I.44] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - kompenzačné krabice
- [I.45] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - systémové káble
- [I.46] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - káblové žľaby
- [I.47] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - sekundárne káble
- [I.48] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - PTK skrine
- [I.49] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - snímače pre systém TER
- [I.50] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - kompenzačné krabice pre systém TER

- [I.51] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - rozvádzač systému TER, pracovné stanice, stoly
- [I.52] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - počítače pracovných staníc
- [I.53] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - signálne káble bez BT
- [I.54] DPS3(4).10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - signálne káble BT 3
- [I.55] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: snímače
- [I.56] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: kompenzačné káble
- [I.57] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: kompenzačné krabice
- [I.58] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: systémové káble
- [I.59] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: káblové žľaby
- [I.60] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: signálne káble
- [I.61] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: PTK skrine
- [I.62] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: zobrazovacie stanice
- [I.63] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: snímače pre systém TER
- [I.64] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: kompenzačné krabice pre systém TER
- [I.65] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: rozvádzač systému TER, pracovné stanice, stoly
- [I.66] DPS3.10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - počítače pracovných staníc
- [I.67] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: snímače
- [I.68] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: kompenzačné krabice
- [I.69] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: kompenzačné káble
- [I.70] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: systémové káble
- [I.71] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: káblové žľaby
- [I.72] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: signálne káble
- [I.73] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: PTK skrine
- [I.74] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: zobrazovacie stanice
- [I.75] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: snímače pre systém TER
- [I.76] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: kompenzačné krabice pre systém TER
- [I.77] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa montáže: rozvádzač systému TER, pracovné stanice, stoly
- [I.78] DPS4.10.01 INCORE, PKS - Etapa výroby - počítače pracovných staníc
- [I.79] - DOD. C. 18 - ZMENA ROZHRANI MEZI SYSTEMY SKR - PRUVODNI TECHNICKA ZPRAVA
- [I.80] DPS3(4).10.01 INCORE. SUMMARY QUALIFICATION REPORT - SET OF EQUIPMENT COMPUTER SYSTEM (VK)/KSO.001

- [I.81] DOD. C.12 - EMC KONCEPT - PRUVODNI TECHNICKA ZPRAVA
- [I.82] POSAR Kapitola 06.06 Elektrické napájanie,
- [I.83] I&C Power Supply – Single Line Diagram
- [I.84] DPS 3.10.01 INCORE. Electrical Loads Data Table
- [I.85] 3LP/1001 Limity a podmienky bezpečnej prevádzky
- [I.86] Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť,
- [I.87] Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried

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

- [II.1] Zákon č. 541/2004 Z. z. Zákon o mierovom využívaní jadrovej energie
- [II.2] Zákon č. 124/2006 Z. z. Zákon o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci
- [II.3] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z. z. (Vyhláška ÚJD SR č. 50/2006) Vyhláška ÚJD SR o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť *
- [II.4] Vyhláška ÚJD SR č. 52/2006 Z. z. Vyhláška o odbornej spôsobilosti
- [II.5] Vyhláška ÚJD SR č. 431/2011 Z. z. (Vyhláška ÚJD SR č. 56/2006) Vyhláška o systéme manažérstva kvality **
- [II.6] Vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na dokumentáciu systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania.
- [II.7] Vyhláška MPSVAR SR č. 435/2012 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška č. 508/2009 Z. z.
- [II.8] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ISBN 978-80-88806-73-8, ÚJD SR, Bratislava, 11/2008
- [II.9] STN IEC 980 Odporúčané spôsoby overovania seizmickej spôsobilosti elektrického zariadenia bezpečnostného systému JE
- [II.10] STN IEC 60780 Jadrové elektrárne – Elektrické zariadenia bezpečnostného systému – Overenie spôsobilosti
- [II.11] STN IEC 61513 Jadrové elektrárne – systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť – Všeobecné požiadavky na systémy
- [II.12] STN IEC 61226 Jadrové elektrárne – Systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť – klasifikácia kontrolných a riadiacich funkcií
- [II.13] IEC 62138 (2004-01) Jadrové elektrárne – inštrumentácia a riadenie dôležité pre bezpečnosť – SW hľadiská pre systémy využívajúce počítače vykonávajúce funkcie kategórií B alebo C.
- [II.14] U.S. NRC. RG. 1.97, Rev. 3 Instrumentation for light-water-cooled nuclear power plants to assess plant and environs conditions during and following an accident (05/83)
- [II.15] U.S. NRC. RG. 1.97, Rev. 4 Criteria for accident monitoring instrumentation for nuclear power plants (June 2006)

- [II.16] NS-G-1.6 Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants. IAEA Vienna, 2003
- [II.17] 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.18] NS-R-1 Bezpečnosť jadrových elektrární – Požiadavky na projekt
- [II.19] IEC 60880 Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Software aspects for computer-based systems performing category A functions
- [II.20] IEC 60880-2 Software for computers important to safety for nuclear power plants - Part 2: Software aspects of defence against common cause failures, use of software tools and of pre-developed software
- [II.21] IEC 61000 Electromagnetic compatibility
- [II.22] Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008 Pripomienky k rozsahu a obsahu PBS pre MO34
- [II.23] 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.24] IAEA Safety Standards Series NS-R-1: Safety of Nuclear Power Plants: Design Safety Requirements
- [II.25] 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.26] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 01/2014
- [II.27] Rozhodnutie ÚJD SR no. 63/2015. Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa dokumentov PNM34361188 a PNM34361189

III Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a.s. a AREVA NP GmbH

- [III.1] ÚP WP 4.1 DPS 3.10.01 INCORE Technická správa,
- [III.2] Metodický návod na hodnotenie bezpečnosti technologických systémov, konštrukcií a komponentov v PpBS MO34
- [III.3] Kategorizácia systémov SKR a požiadavky na kvalifikáciu
- [III.4] Priradenie systémov SKR do línii ochrany do hĺbky
- [III.5] Legislatíva, licencovanie a normatívne požiadavky vo vzťahu k dozorným orgánom,
- [III.6] Koncept napájania vo všetkých úrovniach riadenia a ovládania,
- [III.7] Koncept EMC
- [III.8] Systém skupinového a individuálneho riadenia HRK (RRCS) DPS 3.10.01,

- [III.9] Manuál pre stanovenie, preukazovanie a dokladovanie plnenia kvalifikačných požiadaviek pre nové zariadenia a komponenty
- [III.10] Parametre prostredia pre normálne a havarijné podmienky DB pre kvalifikáciu
- [III.11] Zpráva č.: rep63-99.se, Požadavky na seizmickou odolnost zařízení pro JE Mochovce ve Slovenské republice. Název přílohy so spektrami: PŘÍLOHA I, Seizmická spektra odezvy v úrovni terénu pro lokalitu EMO (5% útlum, úroveň MVZ = SL2 = RLE) a tabulka amplifikačních faktorů budovy
- [III.12] Systém značení částí ASŘTP
- [III.13] Systém merania neutrónového toku (EXCORE) DPS 3.10.01