

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.05.01.01 Popis celkovej architektúry
SKR

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	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil
 SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N	SEC. INDEX / INDEX utajenia
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	x	Information Only / Len na informáciu	
The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.							
EPS No / Číslo EPS: PNM34360053		Revision index / Index revízie: 05		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34374372		A4	6.01	RS	Z
 * P N M 3 4 3 7 4 3 7 2 0 5 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne
				1	32		Component / Komponent

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3437437205_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 24.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature /	
Author / Vypracoval:			VUJE a.s.	0530	24.07.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE a.s.	0520	24.07.2019		
Verified by / Overil:			VUJE a.s.	0720	24.07.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE a.s.	1703	24.07.2019		

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.	• Titulný list/Tittle list	• PNM3437437205_S_C00_V	• 05
2.	• Textová časť/Text part	• PNM3437437205_S_C01_V	• 05
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

ÚVOD.....	5
ZOZNAM SKRATIEK.....	6
6.5.1.1 POPIS CELKOVEJ ARCHITEKTÚRY SKR	8
6.5.1.1.1 Účel systému.....	8
6.5.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti	8
6.5.1.1.2.1 Základné bezpečnostné funkcie	9
6.5.1.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia.....	9
6.5.1.1.2.3 Popis systému	9
6.5.1.1.2.3.1 Základné funkcie systémov SKR	10
6.5.1.1.2.3.2 Rozhrania medzi SKR	16
6.5.1.1.3 Detailné prvky projektu	16
6.5.1.1.3.1 Dispozičné riešenie.....	16
6.5.1.1.3.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky	16
6.5.1.1.3.2.1 Platforma TELEPERM XS	17
6.5.1.1.3.2.1.1 Zariadenia TELEPERM XS	18
6.5.1.1.3.2.2 Platforma SPINLINE 3.....	21
6.5.1.1.3.2.3 Platforma SPPA-T2000	22
6.5.1.1.3.2.3.1 Automatizačný systém AS 620B	22
6.5.1.1.3.2.3.2 OM 690 Prevádzkový a monitorovací systém	23
6.5.1.1.3.2.3.3 Systém inžinieringu ES 680 / ES 685	25
6.5.1.1.3.2.3.4 Diagnostický systém DS 670	25
6.5.1.1.3.2.3.5 Systém zberníc SPPA-T2000	26
6.5.1.1.3.2.4 Platforma SMS.....	28
6.5.1.1.3.2.4.1 Snímače	28
6.5.1.1.3.2.4.2 Zapisovač pohybu	28
6.5.1.1.3.2.4.3 Seizmický spínač a zapisovač silného pohybu	28
6.5.1.1.3.2.4.4 Skriňa riadiaceho centra siete (NCC)	29
ZOZNAM PRÍLOH	31
ZOZNAM TABULIEK	32

ÚVOD

Kapitola 6.5.1.1 je vypracovaná v súlade so súvisiacou literatúrou [II.1], [II.2], [II.3], [II.4] a [II.9]. Pri vypracovaní kapitoly 6.5.1.1 boli rešpektované pripomienky uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008. Ďalej bola vypracovaná podľa požiadaviek Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z. z. [II.5], o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť (resp. Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10]), Vyhlášky ÚJD SR č. 431/2011 Z.z. [II.12]. o systéme manažérstva kvality (resp. Vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 Z.z. [II.11]).

Kapitola sa zaoberá popisom architektúry SKR.

ZOZNAM SKRATIEK

AO1	rýchle automatické odstavenie reaktora
AP	automatizačný procesor
APU	jednotka zberu a spracovania
AS	automatizačná stanica
ASFES	analytické stredisko fyzikálneho a energetického spúšťania
AZ	aktívna zóna
BD	bloková dozorňa
CM	komunikačný modul
COP	ochrana proti studenému pretlakovaniu tlakovej nádoby reaktora
DPS	dielčí prevádzkový súbor
DRTS	diverzitný systém rýchleho odstavenia reaktora
ESFAS	systém aktivácie technických prostriedkov zaistenia bezpečnosti
EXCORE	systém merania neutrónového toku
FUM	funkčný modul
GW	gateway
CHDIS	chemický diagnostický informačný systém
HČČ	Hlavné cirkulačné čerpadlo
HMI	rozhranie človek-stroj
HPK	hlavný parný kolektor
HPS	havarijné podporné strediská
HRK	havarijná a regulačná kazeta
HVB	hlavný výrobný blok
HZ	hermetická zóna
I.O.	primárny okruh
IAEA	medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
IEC	medzinárodná elektrotechnická komisia
II.O.	sekundárny okruh
INCORE	systém vnútroreaktorových meraní
JE	jadrová elektrárň
LAN	lokálna počítačová sieť
LBB	únik pred roztrhnutím
MI	monitorovacie rozhranie
MO34	jadrová elektrárň Mochovce 3. a 4. blok
MSI	monitorovacie a servisné rozhranie
NCC	riadiace centrum siete
ND	núdzová dozorňa
NT	nízkotlakový
OM	prevádzkový a monitorovací systém
OT	prevádzkový terminál
OS	operačný systém
OWP	pracovisko operátora

PACS	system prioritného riadenia pohonov
PAMS	pohavarijný monitorovací systém
PAS	system automatizácie procesov
PCS	prevádzkový riadiaci systém
PICS	počítačový informačný a riadiaci systém
PIU	postulovaná iniciačná udalosť
PpBS	predprevádzková bezpečnostná správa
PU	jednotka spracovania
QDS	kvalifikovaný zobrazovací systém
RCS	system regulácie výkonu reaktora
RK	regulačná klapka
RLS	system obmedzenia výkonu reaktora
RPS	system ochrany reaktora
RRCS	system riadenia kaziet HRK
RTB	reactor trip breaker (havarijný vypínač)
RTS	system rýchleho odstavenia reaktora
RV	regulačný ventil
SAMS	system riadenia ťažkých havárií
SAS	bezpečnostný automatizačný systém
SICS	bezpečnostný informačný a riadiaci systém
SD	spoločná dozorňa
SK	seizmická kategória
SKR	system kontroly a riadenia
SMS	system monitorovania seizmicity
SPACE	prostredie pre špecifikáciu a kódovanie
SPDS	system zobrazovania bezpečnostných parametrov
SPPA T2000	SKR pre elektrárne T2000 (nástupca TXP)
SU	serverová stanica
TCP/IP	komunikačný protokol
TCS	riadiaci systém turbíny
TELEPERM XS	ochranná známka (bezpečnostného automatizačného systému AREVA NP)
TG	turbogenerátor
TCS/TPS	system ochrany a riadenia turbíny
TXS	TELEPERM XS
ÚJD SR	úrad jadrového dozoru slovenskej republiky
V, W, X	označenie redundancie v dokumentácii AREVA
VOTER	skriňa výberovej logiky
VT	vysokotlakový
VZ	vybrané zariadenie
VZT	vzduchotechnika
XU	externá jednotka SPPA T2000

6.5.1.1 POPIS CELKOVEJ ARCHITEKTÚRY SKR

6.5.1.1.1 Účel systému

Systémy kontroly a riadenia (SKR) zabezpečujú ochranu, riadenie, dohľad a monitorovanie v jadrovej elektrárni.

6.5.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti

Architektúra SKR, t.j. organizačná štruktúra SKR elektrárne, vychádza z koncepcie ochrany do hĺbky. Ohľadne ochrany do hĺbky pozri kapitolu 6.5.1.2.

Hlavná funkčná štruktúra SKR (t.j. zoskupenie funkcií SKR, stanovenie jednotlivých systémov) vyplýva z detailizácie výkonnostných a bezpečnostných cieľov elektrárne, zo stanovenia potrebných funkcií, ktoré majú byť vykonávané. Vstupnými údajmi sú špecifikácie funkcií, ktoré majú byť plnené a požiadavky pochádzajúce z bezpečnostnej klasifikácie a požiadavky prevádzky.

Štruktúra hlavného SKR (v HVB) pozostáva z jednotlivých systémov plniacich špecializované funkcie.

Z hľadiska funkcií ktoré plnia sú systémy delené na:

- bezpečnostné systémy
- systémy so vzťahom k bezpečnosti
- systémy nedôležité pre bezpečnosť

Systémy SKR MO34 sú postavené na viacerých platformách. Systémy sú k týmto platformám priradené podľa ich dôležitosti pre bezpečnosť.

Hlavné SKR má rozhrania k druhým “balíkovým systémom” (“package systems”), pochádzajúcimi od rôznych dodávateľov, ako:

- INCORE
- RRCS
- diagnostika I.O.
- TCS/TPS

Obvyklým spôsobom prepojenia “hlavného SKR” (uvedený vyššie) s druhými “balíkovými systémami” je buď gateway alebo pevne drátované (hardwired) spojenie, závisiace na povahe spojenia:

- “systémy black box” sú tie systémy, ktoré zahŕňajú ich vlastný automatizačný systém a potrebujú vysielat’ a prijímať dáta z prevádzkovej platformy SPPA-T2000. Prepojenie medzi týmito systémami a hlavným prevádzkovým SKR je napevno nadržované (hardwired)
- “balíkové systémy” sú tie, ktoré sa pripájajú k hlavnému SKR, aby posielali dáta personálu dozorní a prijímali malé súbory príkazov (pre subloop kontrolér, nastavenie volieb a žiadaných hodnôt) zo samotného hlavného SKR. Toto spojenie je vykonávané cez modul CM104 (pozri 6.5.1.1.3.2.3.5)
- “počítačovo založené balíkové systémy” sú tie, ktoré vyžadujú prijať alebo dodať do hlavného SKR údaje o technológii. Tieto systémy sú pripojené k hlavnému SKR cez XU 6.5.1.1.3.2.3.2.

Úrovně riadenia

Systémy a zariadenia SKR sú štruktúrne priradené k viacerým úrovniám podľa hierarchie.

Celková architektúra SKR MO34 a rozdelenie do hierarchických úrovní je na obrázku v prílohe 1 tejto kapitoly.

6.5.1.1.2.1 Základné bezpečnostné funkcie

Bezpečnostné SKR prispievajú k zaisteniu základných bezpečnostných funkcií, tieto sú [II.5], [II.6]:

- riadenie reaktivity,
- odvod tepla,
- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér,
- regulácia a obmedzenie množstva a druhu rádioaktívnych látok uvoľnených do životného prostredia.

6.5.1.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia

Bezpečnostné systémy a systémy so vzťahom k bezpečnosti kategorizované z hľadiska jadrovej bezpečnosti podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Zb. a z hľadiska seizmicity sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 6.5.1.1- 1 Bezpečnostné a seizmicky klasifikované systémy SKR

P.č.	Názov systému
1.	Systém rýchleho odstavenia reaktora (vrátane EXCORE a seizmického monitorovacieho systému)
2.	Systém aktivácie technických prostriedkov zaistenia bezpečnosti
3.	Prostriedky ručného riadenia z bezpečnostných panelov na BD a ND
4.	Systém obmedzenia výkonu reaktora - limitačný systém
5.	Systém regulácie výkonu reaktora
6.	Systém ovládania radiacích tyčí
7.	Počítačový informačno-riadiaci systém vrátane SPDS
8.	Systém vnútroreaktorovej kontroly
9.	Pohavarijný monitorovací systém vrátane riadenia a monitorovania ťažkých havárií
10.	Systém monitorovania vodíka v HZ (vrátane ťažkých havárií)
11.	Systém monitorovania ťažkých havárií
12.	Prevádzkový riadiaci systém (časť pre riadenie VZ)
13.	Chemický monitorovací systém
14.	Systém prevádzkovej diagnostiky a detekcie únikov I.O.
15.	Riadiaci systém turbíny

Kategorizácia podľa normy STN IEC 61226 a klasifikácia jednotlivých SKR podľa STN IEC 61513 je v príslušných kapitolách PpBS.

6.5.1.1.2.3 Popis systému

V tejto kapitole sú uvedené základné funkcie jednotlivých systémov SKR a rozhrania medzi systémami SKR. Podrobnejšie sú funkcie jednotlivých systémov SKR popísané v príslušných kapitolách PpBS.

6.5.1.1.2.3.1 Základné funkcie systémov SKR.

Funkciu rýchleho automatického odstavenia reaktora zabezpečuje:

- systém merania neutrónového toku - EXCORE s dvomi druhmi detektorov
- systém rýchleho odstavenia reaktora od technologických parametrov - RTS
- diverzitný systém rýchleho odstavenia reaktora od technologických parametrov - DRTS
- systém zaistenia bezpečnosti ESFAS - cez vybrané signály
- systém výberovej logiky a výkonových vypínačov RTB (BREAKERe)
- seizmický monitorovací systém SMS. SMS poskytuje signál odstavenia do RTS, DRTS a ESFAS.

Funkciu ručného odstavenia reaktora je možné vykonať z BD, prípadne z ND.

BREAKER-e

Účelom bezpečnostného systému RTB je odstavenie reaktora odpojením napájania pohonov riadiacich tyčí na základe iniciačných signálov.

Funkcia rýchleho odstavenia reaktora bude vykonávaná takisto použitím tlačidiel rýchleho odstavenia reaktora na BD a na ND.

RTS/DRTS

Systém RTS (a DRTS) je súčasťou systému ochrany reaktora (RPS).

Účelom bezpečnostného systému rýchleho odstavenia reaktora RTS, DRTS od technologických parametrov je generovať signály odstavenia po splnení iniciačných kritérií od technologických parametrov.

RTS a diverzitný systém DRTS sú postavené ako 3 redundantné a 3 kanálové systémy.

EXCORE

Systém merania neutrónového toku EXCORE zabezpečuje kontrolu výkonu reaktora, periódy, výpočet reaktivity vo všetkých režimoch práce reaktora v celom pracovnom rozsahu výkonu reaktora. Za účelom rýchleho odstavenia reaktora systém EXCORE generuje signály odstavenia po prekročení medzí výkonu alebo periódy reaktora. .

EXCORE má tri redundancie (divízie). V každej divízii sú tri redundantné kanály spúšťacieho pásma a tri redundantné kanály pracovného pásma.

ESFAS

ESFAS je trojredundantný s tromi kanálmi v každej redundancii.

Bezpečnostný riadiaci systém ESFAS spolu s akčnými členmi plní konkrétnu bezpečnostnú úlohu pre každú iniciačnú udalosť, keďže jeho úlohou je identifikácia vzniku havarijných podmienok na bloku a riadenie systémov projektovaných pre zmiernenie následkov týchto podmienok. Udalosti vedúce k vzniku havarijných podmienok sú v projekte elektrárne definované ako postulované iniciačné udalosti PIU. Každá iniciačná udalosť je charakterizovaná prekročením medzí špecifických technologických parametrov, ktoré sú systémom zaistenia bezpečnosti monitorované.

Pri prekročení medzných hodnôt sú vyhodnocované inicializačné kritéria, ktoré aktivujú akčné signály, ktorými sú spúšťané a odstavované technologické zariadenia zaistenia bezpečnosti.

SMS

Základné funkcie systému SMS sú:

- poskytnutie on-line signálov o prekročení nastavenej medze zrýchlenia v horizontálnom a vertikálnom smere do RTS, DRTS, ESFAS a PCS
- hodnotenie kontinuálneho priebehu seizmickej situácie a pri výskyte seizmickej udalosti analyzovanie a poskytnutie vyhodnotenia údajov pre ďalšie použitie.

Meracie kanály SMS, funkcia kategórie A podľa IEC61226, sú nainštalované v troch oddelených redundanciách. Každá redundancia pozostáva z troch funkčne oddelených meracích kanálov.

RLS

Úlohou RLS je riešiť vybrané abnormálne situácie na bloku tak, aby sa predišlo pôsobeniu systémov RTS a ESFAS.

Limitačný systém RLS plní nasledovné funkcie so vzťahom k bezpečnosti:

- znižovanie výkonu reaktora pri prekročení nastavených technologických alebo neutrónovo-fyzikálnych limit,
- zákaz zvyšovania výkonu reaktora - zákaz zdvíhania HRK,
- ochranu proti studenému pretlakovaniu tlakovej nádoby reaktora (COP).

Systém RLS je trojkanálový, každý kanál je napájaný z inej divízie, a je umiestnený v systémových miestnostiach SKR.

RRCS

Systém ovládania kaziet HRK (RRCS) je určený pre reguláciu a zastavenie štiepnej reakcie v aktívnej zóne reaktora v závislosti na radiaciach signáloch. Regulácia štiepnej reakcie sa realizuje pohybom regulačných kaziet HRK v aktívnej zóne. Regulačné kaziety sú rozdelené do šiestich skupín. V prvých piatich skupinách je vždy šesť kaziet a v šiestej skupine je sedem kaziet.

Maximálna rýchlosť pohybu kaziet v pracovnom režime je pri zapôsobení záložných signálov od systému rýchleho odstavenia reaktora, kedy dôjde k odpojeniu napájania všetkých motorov, a tým k spusteniu kaziet do AZ.

Pre zabezpečenie všetkých základných režimov nutných pre riadenie reaktora plní systém RRCS funkcie, ktoré možno rozdeliť do dvoch skupín.

Funkcie systému RRCS vykonávané samostatne:

- vyhodnotenie polohy všetkých kaziet HRK na základe signálov zo snímačov polohy LD-1
- indikácia polohy všetkých kaziet HRK na BD a ND
- pohyb kazety vybranej pre individuálne riadenie na základe povelu operátora
- pohyb vybranej skupiny kaziet na základe povelu operátora
- vyslanie signálov o polohách jednotlivých kaziet HRK do IN-CORE
- vyslanie signálov do RCS
- vyslanie potvrdenia signálov do RCS
- vyslanie signálov do TCS.

Funkcie systému RRCS vykonávané na základe prijatých povelov:

- Rýchle odstavenie reaktora. Na základe signálov z logickej časti RTB je vyvolané odpojenie napájania motorov, a tým spustenie všetkých kaziet. Tento spôsob vypnutia je záložný. Hlavný spôsob vypnutia je odpojenie silového napájania v časti RTB.

- Zásah limitačného systému na základe signálov z EX-CORE alebo RLS vyvolá spustenie jednotlivých skupín kaziet HRK v projektovanej postupnosti. Po zrušení signálov z RLS a z EX-CORE je ďalší pohyb kaziet zastavený. Signály od systémov RLS a EX-CORE sú rovnocenné a nemožno ich medzi sebou kombinovať.
- Zásahom limitačného systému na základe signálov z RLS, z EX-CORE alebo z IN-CORE je vyvolaný zákaz pohybu pracovnej skupiny kaziet smerom hore (v zmysle zvyšovania reaktivity). Po zrušení signálov z RLS, z EX-CORE alebo z IN-CORE je možný ďalší pohyb smerom hore. Signály od systémov RLS, EX-CORE alebo IN-CORE sú rovnocenné a nemožno ich medzi sebou kombinovať.
- Pohyb skupín HRK v pevne projektovanej postupnosti na základe povelov od regulačného systému reaktora (RCS).
- Zmena priemernej pracovnej rýchlosti zodpovedá dĺžke zadaného povelu pre príslušný smer od systému RCS, t.j., nejedná sa o frekvenčné riadenie rýchlosti (zmenu rýchlosti) výkonových striedačov.

RCS

Regulátor reaktora RCS je určený na reguláciu výkonu reaktora v súlade s výkonmi turbogenerátorov a k stabilizácii výkonu reaktora na požadovanej úrovni. RCS pracuje vo viacerých režimoch.

RCS je realizovaný systémom na platforme SPPA-T2000.

PAMS/SAMS

PAMS slúži na monitorovanie dôležitých parametrov bloku JE v podmienkach projektových havárií.

PAMS je navrhnutý ako redundantný systém s kvalifikovaným zobrazovacím systémom (QDS) na BD a ND pre každú redundanciu.

PAMS neobsahuje žiadnu funkciu priameho riadenia.

Systém SAMS zahŕňa:

- SAMS/QDS - monitorovacia časť a
- SAMS/SA - „operačná“ časť

Účelom systému SAMS/QDS je monitorovanie parametrov, ktoré sú potrebné na implementáciu (realizáciu) smerníc riadenia ťažkej havárie. Účel systému SAMS/SA je ručné riadenie potrebných akčných členov z panelu SAMS (časť SICS-u).

SAMS je štrukturálne ne-redundantný systém s kvalifikovaným zobrazovacím systémom (QDS) na BD.

Systém monitorovania vodíka:

Účelom systému je zabezpečiť pre havarijný manažment informácie o objemovej koncentrácii vodíka v atmosfére kontajneru - vo vybraných miestach hermetických priestorov. Systém posiela vstupy do PAMS a SAMS a je určený na zabezpečenie signalizácie a informácie na BD, ND a havarijnom stredisku s cieľom zabezpečiť pre havarijný manažment informácie o koncentrácii vodíka v atmosfére hermetických priestorov 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.

INCORE

Základným určením INCORE je kontrola vývinu energie a rozloženia teploty v aktívnej zóne reaktora a kontrola tepelného výkonu aktívnej zóny v rozsahu nominálneho výkonu.

Hlavnou úlohou INCORE je zaistiť spoľahlivú a bezpečnú prevádzku reaktora, vrátane zaistenia jadrovej fyzikálnych a termo-hydraulických parametrov reaktora. Systém INCORE je modernizovaný nástroj pre kontrolu, monitorovanie, analýzu a predpoveď neutrónovo - fyzikálneho a termohydraulického chovania aktívnej zóny.

INCORE je informačný systém určený k automatickému zberu údajov k ich ďalšiemu spracovaniu podľa určených algoritmov a ich prezentácie prevádzkovému personálu.

Systém umožňuje sledovanie výkonového poľa na kazetovej aj poprútkovej úrovni s kontrolou prekročenia sledovaných prevádzkových limít.

Základné funkcie INCORE sú:

- zber a spracovanie analógových, binárnych, normovaných a kódových informácií zo snímačov v AZ, I.O, II.O. 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 operatívne personálu.

Systém INCORE generuje výstupný signál do systému RRCS.

PICS

Účelom systému PICS je poskytnúť operátorom v reálnom čase informácie o stave JE vo forme procesnej grafiky, alarmových hlásení, trendov a informačných zobrazení s využitím hierarchického spôsobu voľby (od prehľadových k detailným zobrazeniam) a možnosti priamych zásahov do technologického procesu (zapnúť, vypnúť, otvoriť, zatvoriť). PICS je funkčný počas normálnej a abnormálnej prevádzky elektrárne.

PICS je založený na digitálnej a obrazovkovej prístrojovej technike s použitím riadiaceho a monitorovacieho systému OM 690. Hlavné komponenty PICS sú počítače spracovania dát PU, počítač služieb na sieti SU (serverové jednotky) prevádzkové terminály OT, terminálová zbernica. OM 690 sa môže prepojiť s ostatnými externými počítačovými systémami cez počítač XU.

Súčasťou PICS je aj systém pre inžiniering (ES) na vývoj a konfiguráciu systému a diagnostický systém (DS 670) pre diagnostiku a testovanie systému.

PCS

Systém kontroly a riadenia bloku PCS je založený na platforme SPPA-T2000 (PAS a SAS) a interfejsom „operátor - riadiaci systém“, ktorým sú systémy PICS a SICS. SAS/PAS je realizovaný na báze automatizačného systému AS620. Hlavným komponentom AS 620B je automatizačný procesor AP (označovaný aj AS), ktorý vykonáva aplikačný program pre plnenie úloh riadenia a monitorovania funkcií špecifických pre danú aplikáciu. SAS/PAS má redundantné automatizačné procesory (AP) a neredundantné funkčné moduly (FUM). V prípade veľmi kritických aplikácií môžu byť na zvýšenie spoľahlivosti použité aj redundantné moduly FUM.

Systémová zbernica bloku zaisťuje komunikáciu medzi SAS, PAS a PICS. Táto zbernica predstavuje hlavnú „chrbticu“ SKR.

Hlavnou úlohou PAS je riadiť prevádzku mechanických systémov elektrárne počas spúšťania, normálnej prevádzky odstavovaní a ak jeho funkčnosť nie je poškodená, tak aj počas abnormálnej prevádzky a havarijných stavov. V dôsledku tohto zadania sú niektoré časti PAS dimenzované na odpovedajúcu vyššiu odolnosť a spoľahlivosť.

Pre PAS sú priradené nasledujúce funkcie:

- manuálne ovládanie mechanických systémov alebo komponentov
- regulácie, ochrany automatiky, blokády systémov
- informačný systém operátorov, (signalizácie, spätné hlášky, merania)

PAS nemá bezpečnostne klasifikované funkcie.

Úlohou SAS je získať merané hodnoty a informácie o stave z technologického procesu, vykonávať riadiace funkcie otvorenej slučky a zatvorenej slučky a ovládať technologické akčné členy.

SAS vykonáva najmä funkcie pohavarijného prevedenia (manuálne alebo automaticky) bloku po PIU z kontrolovaného do bezpečne odstaveného stavu, t.j. SKR funkcie so vzťahom k bezpečnosti.

SAS je teda systém so vzťahom k bezpečnosti. SAS je rozdelený do dvoch subsystémov: SAS1 a SAS2.

TCS/TPS

Systém riadenia turbíny TCS/TPS zabezpečuje:

- reguláciu otáčok TG,
- reguláciu tlaku pary v HPK,
- reguláciu elektrického výkonu TG
- ručné riadenie VT RV
- vyhodnocovanie teplotného namáhania turbíny
- obmedzujúcu reguláciu (obmedzenie výkonu TG)
- ostrovnú prevádzku
- blokovanie riadenia RV TG

Výstupom zo systému TCS sú riadiace signály, ktorými je ovládaná poloha akčných orgánov - VT RV a NT RK turbíny.

SICS

Účelom systému je zabezpečiť rozhranie so systémami SKR. SICS zabezpečuje prostriedky HMI potrebné na vykonávanie monitorovania a manuálneho riadenia.

SICS obsahuje panely vybavené ovládacou mozaikou pultov, mozaikou havarijnej/výstražnej signalizácie, binárnymi a analógovými indikátormi a QDS.

Prevádzková diagnostika I.O.

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.

Prevádzková diagnostika pozostáva z navzájom nezávisle pracujúcich monitorovacích systémov. DPS „Prevádzková diagnostika I.O.“ je projektovaný ako celok s autonómnymi diagnostickými podsystémami.

Regulátory I.O.

Regulátory I.O. sú implementované v systéme SAS a PAS.

PCS (PAS a SAS) umožňuje riadiť zariadenia primárneho okruhu počas normálnej prevádzky a ak je k dispozícii aj počas abnormálnych a havarijných podmienok.

PCS riadi nasledovné prevádzkové súbory:

- Hlavné cirkulačné čerpadlá
- Kompenzátor objemu
- Nepretržitý systém čistenia primárneho chladiča
- Systém zberu únikov chladiča reaktora
- Systém radiačného monitorovania
- Barbotážny systém (rozprašovače a prebublávače)

- Medzi okruh HCČ
- Systém odberu vzoriek
- Systém bórovej regulácie
- Systém spaľovania vodíka
- Systém havarijného chladenia zóny
- Chladiaci medzi okruh HRK
- Ventilačný systém

Regulátory II.O.

Podľa príslušnosti k technologickému systému sú vlastné regulačné obvody II.O. realizované v systéme SAS alebo PAS.

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

Chemické monitorovacie systémy

CHDIS je chemický diagnostický a informačný systém. Účelom chemického monitorovacieho systému CHDIS je zabezpečiť monitorovanie chemických režimov. Kontinuálny chemický monitorovací systém poskytuje:

- on-line zber vybraných chemických parametrov
- zobrazenie meraných veličín na užívateľskom displeji
- porovnanie momentálnych hodnôt s nastavenými limitnými hodnotami
- poskytuje vyhodnotenie údajov pre ďalšie použitie.

Bloková dozorňa

Bloková dozorňa (BD) je nervové centrum JE a zahrňuje informácie nevyhnutné pre kontrolu a riadenie elektrárne spolu so zariadeniami potrebnými pre väčšinu ručných zásahov.

BD pozostáva z troch stálych a troch prechodne obsluhovaných pracovísk pre personál dozorne, ako je uvedené nižšie:

- vedúci zmeny bloku
- operátor reaktora
- operátor turbíny
- elektroinžinier, dočasne
- bezpečnostný inžinier, dočasne
- elektroinžinier nezávislý, dočasne

Núdzová dozorňa

Núdzová dozorňa (ND) je záložným pracoviskom BD, z ktorého sa dajú riadiť a monitorovať vybrané zariadenia bloku dôležité pre splnenie bezpečnostných funkcií v prípade neobývateľnosti BD.

ND musí umožniť najmä:

- bezpečné odstavenie reaktora
- dochladenie bloku do studeného stavu
- dlhodobé odvádzanie zvyškového tepla z aktívnej zóny
- monitorovať a kontrolovať bezpečný stav bloku po odstavení reaktora
- komunikácia so zmenou a ostatným personálom elektrárne.

Riadenie bloku z ND je možné až po regulárnom navolení ovládania z ND posádkou BD, a to na ND.

Havarijné podporné strediská (HPS)

Účelom systémov HPS je poskytnúť členom organizácie havarijnej odozvy informácie o stave JE a radiačnej situácií v jej okolí, komunikačné prostriedky a prognostické nástroje na plnenie opatrení na zmiernenie a obmedzenie následkov nehody alebo havárie. Systémy HPS poskytujú možnosť simulácie pre účely cvičenia a školenia personálu. V HPS sú pracovné stanice PICS-u, ktoré umožňujú riadenie v prípade ťažkej havárie s veľkým uvoľnením rádioaktivity (nebezpečné pre personál nie pre zariadenie).

6.5.1.1.2.3.2 Rozhrania medzi SKR

Filozofia rozhraní medzi SKR je nasledovná:

- Filozofia GW Hlavného SKR je zozbierať data na skompletovanie zobrazovacích informácií pre potreby operátora.
- Systémy SKR budú vzájomne prepojené priamo použitím na to určených liniek.
- Zber dát vykonávaný pomocou Hlavného SKR je založený na udalostiach, preto je najlepšie zachovať si filozofiu použitia GW Hlavného SKR.
- Hlavný SKR nevykonáva výpočty, distribúciu dát alebo iné služby, ktoré sú potrebné pri balíkových systémoch SKR a nie sú pre Hlavný SKR a samotný obslužný personál BD, ND a SD.

6.5.1.1.3 Detailné prvky projektu

6.5.1.1.3.1 Dispozičné riešenie

Dispozičné riešenie jednotlivých SKR je v príslušných kapitolách PpBS.

6.5.1.1.3.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky

Celková architektúra SKR JE Mochovce MO34 je na obrázku v prílohe 1 tejto kapitoly. Štruktúra jednotlivých SKR a ich charakteristiky sú v príslušných kapitolách PpBS.

Systémy SKR sú postavené na rôznych platformách a technike.

Tabuľka 6.5.1.1- 2 Systémy SKR použité na JE Mochovce MO34

č.	Názov systému	Označenie systému
1.	Systém rýchleho odstavenia reaktora (vrátane EXCORE a systému monitorovania seizmicity)	RTS/DRTS + logika RTB +EXCORE +SMS
2.	Systém aktivácie technických prostriedkov zaistenia bezpečnosti	ESFAS
3.	Prostriedky ručného riadenia z bezpečnostných panelov na BD a ND	SICS
4.	Systém obmedzenia výkonu reaktora - limitačný systém	RLS
5.	Systém regulácie výkonu reaktora	RCS
6.	Systém ovládania riadiacich tyčí	RRCS
7.	Počítačový informačno-riadiaci systém vrátane SPDS	PICS
9.	Systém vnútroreaktorovej kontroly - meracia časť - súbor počítačových zariadení	INCORE

	- softvér	
10.	Pohavarijný monitorovací systém vrátane monitorovania a riadenia ťažkých havárií	PAMS SAMS
11.	Systém monitorovania vodíka v HZ (vrátane ťažkých havárií)	-
12.	Prevádzkový riadiaci systém	PCS(SAS, PAS)
13.	Chemický monitorovací systém	CHDIS
14.	Systém prevádzkovej diagnostiky a detekcie únikov z I.O.	MS-A, MS-B,MS-C
15.	Riadiaci systém turbíny/Ochranný systém turbíny	TCS/TPS

Platformy TELEPERM XS (TXS) a SPPA-T2000 sú piliere SKR MO34. Digitálne platformy TELEPERM XS, SPINLINE 3 a SPPA-T2000 sú opísané v nasledujúcich kapitolách.

6.5.1.1.3.2.1 Platforma TELEPERM XS

Platforma TELEPERM XS (TXS) je špeciálne vyvinutá platforma pre jadrový priemysel. TELEPERM XS je platforma pre bezpečnostné SKR v jadrovej elektrárni. Táto platforma obsahuje všetky potrebné hardvérové a softvérové komponenty, vrátane softvérových nástrojov požadovaných pre inžiniering, testovanie a uvedenie do prevádzky, prevádzku a vyhľadávanie porúch.

Návrh platformy TELEPERM XS bol riadený najmä týmito zásadami:

- striktné cyklická prevádzka softvérových a komunikačných prostriedkov,
- neexistencia prerušení od technologického procesu,
- vysoko štandardizovaná, jednoduchá štruktúra softvéru zaistená automatickým generovaním kódu.

Komponenty platformy

Platforma TELEPERM XS je súbor hardvérových a softvérových komponentov orientovaných na potreby bezpečnostného SKR v jadrových elektrárnach. Osobitný dôraz je kladený na projektové opatrenia zabezpečujúce robustnosť, metódy a postupy pre predchádzanie poruchám a toleranciu poruchy.

Platforma TELEPERM XS zahŕňa:

- hardvérové komponenty s osvedčenou spoľahlivosťou
- softvérové komponenty systému, projektované so zohľadnením deterministického vykonania funkcie SKR
- súbor inžinierskych nástrojov SPACE, ktorý uľahčuje konfiguráciu systému a tvorbu aplikačného softvéru v súlade so všetkými príslušnými projektovými zásadami.
- servisné a monitorovacie nástroje pre optimálnu diagnostiku a uľahčenie testov.

SKR s TELEPERM XS sú implementované zvyčajne ako distribuované počítačové systémy.

Počítače

Typické systémy TELEPERM XS pozostávajú z distribuovaných počítačov, ktoré riešia úlohy ako sú:

- zber signálov z technológie
- úprava signálov, filtrovanie a spracovanie
- riadenie koncových ovládacích prvkov
- hlásenie stavov a porúch technológie.

Jednotlivé počítače komunikujú cez sériové zbernice.

Jadrom každého počítača je modul spracovania s procesorom. Automatizačný program je zavedený z FLASH pamäti a je vykonávaný cyklicky. Tento zahŕňa:

- riadenie vstupno/výstupných modulov
- spracovanie automatizačného programu a rutín autotestovania
- výmenu dát pomocou komunikačných modulov a zbernicových pripojení.

Vstupno/výstupné moduly

Celkové spektrum štandardných signálov môže byť získané priamo vstupno/výstupnými modulmi TELEPERM-u XS.

Moduly sú založené na mikrokontroléroch, ktorých firmvér je vykonávaný striktne cyklicky. Firmvér vykonáva aktuálne vstupno/výstupné funkcie a takisto testuje vstupno/výstupné kanály a pripojenie do modulu spracovania.

Moduly sú umiestnené v rošte (SRACK1).

Komunikácia

Komunikácia je založená na štandardných prostriedkoch dodávaných systémom Teleperm XS.

Použitý hardvér obsahuje komunikačné procesory, prijímač/vysielač a prepínače SES1, ktoré slúžia ako prevodníky médií medzi elektrickými a optickými segmentmi a ako sieťové uzly.

Rozhrania

TELEPERM XS používa nasledovné rozhrania:

- binárne rozhrania
- analógové rozhrania
- sériové elektrické rozhrania
- sériové optické rozhrania
- zbernicové rozhrania.

Komunikačné rozhranie s SPPA-T2000 (Gateway-e):

Počítače GW poskytujú pre časť TXS komunikačné rozhranie medzi systémami TELEPERM XS a SPPA-T2000. Počítače GW prevádzajú komunikačný protokol TXS (PROFIBUS) na protokol TCP/IP MODBUS, ktorý je podporovaný komunikačnými modulmi CM104 systému SPPA-T2000.

Podrobný opis platformy TXS je uvedený v popise systému TXS a príslušných príručkách ku komponentom TXS (príručky TXS).

TELEPERM XS je použitý na JE MO34 na realizáciu SKR vykonávajúcich funkcie dôležité pre bezpečnosť (ochrana reaktora, systém obmedzenia výkonu reaktora, pohavarijné monitorovanie, monitorovanie parametrov, ktoré sú potrebné na riadenie ťažkých havárií).

6.5.1.1.3.2.1.1 Zariadenia TELEPERM XS

• Modul priority

Modul priority je určený na riadenie a monitorovanie akčných členov kategorizovaných ako dôležitých pre bezpečnosť, ktoré reagujú na povely aj z prevádzkového aj z bezpečnostného SKR. Úlohou modulu priority je uprednostniť povely z bezpečnostného SKR (TELEPERM XS) voči povelom z prevádzkového SKR (napr. SPPA-T2000) a na riadenie akčných členov cez rozvádzač. Funkcie generovania priority a rozhrania riadenia pohonu sú dôležité pre bezpečnosť.

Modul priority je vhodný pre nasledujúce typy akčných členov a pohonov:

- solenoidové ventily
- motory (pre čerpadlá, ventilátory, atď.)
- akčné členy (pre oddeľovacie armatúry, uzatváracie armatúry, atď.)
- servopohony (pre ovládacie armatúry).

Pre každý akčný člen je požadovaný jeden modul priority.

- Jednotka zberu a spracovania (APU)

Základom jednotiek APU sú moduly spracovania SVE2 s mikroprocesormi.

- APU RTS, APU DRTS
APU RTS (APU DRTS) vykonávajú zber vstupných signálov RTS (DRTS) z jednotiek úpravy signálov .
- APU ESFAS
APU vykonávajú zber vstupných signálov ESFAS z jednotiek úpravy signálov.
APU RLS
APU vykonávajú zber vstupných signálov RLS z jednotiek úpravy signálov.
APU PAMS
APU vykonávajú zber vstupných signálov PAMS z jednotiek úpravy signálov,
APU SAMS
APU zabezpečuje napájanie snímačov/prevodníkov, ako aj elektrickú normalizáciu a oddelenie vstupných signálov (prijímaných zo zariadení v technológii alebo z iných systémov prostredníctvom ranžirovacej skrine).
Posiela pevne predrôtované signály do panelov SAMS a PCS.
Posiela digitalizované signály do jednotiek MSI a QDS cez optické dátové linky.

- Spúšťacie počítače – voter ESFAS (VO)

Spúšťacie počítače spúšťajú opatrenia systému ESFAS výstupnými signálmi prostredníctvom oddeľovacích skriň a systému prioritného riadenia pohonov (PACS) bezpečnostných systémov. Spúšťacie počítače sú konfigurované ako páry „master/checker“ (master/checker pairs). Pripojené sú optickými dátovými spojmami ku všetkým trojkanálovým APU systému ESFAS vo svojej redundancii a zabezpečujú výber „2 z 3“ z troch kanálov (APU ESFAS).

Okrem toho je pevne predrôtované prepojenie medzi PACS a VO na spracovanie signálov spätnej väzby „checkbox signals“ (pre porovnanie) z akčných členov.

- Monitorovacie a servisné rozhranie (MSI)

Monitorovacie a servisné rozhrania sú vytvorené z počítačov TXS.

- RPS MSI
Všetky APU a voter ESFAS redundancie sú pripojené k počítačom MSI tej istej redundancie optickými dátovými linkami.
MSI prenáša údaje prostredníctvom počítačov monitorovacieho rozhrania (MI) tej istej redundancie zo/do príslušného systému SICS.
MSI tiež tvorí dátové rozhranie k servisnej jednotke TXS (SU) príslušnej redundancie, ako aj dvojkanálové komunikačné rozhranie (GW) k PICS.
- MSI RLS
Všetky APU systému RLS sú k dvom redundantným počítačom MSI pripojené optickými dátovými linkami.

MSI prenáša dáta priamo z/do blokovej dozorne a príslušného SICS.

MSI tvorí dátové rozhranie aj k servisnej jednotke TXS (SU), ako aj dvojkanálové komunikačné rozhranie (GW) k PICS.

- MSI PAMS/SAMS

Všetky APU PAMS a APU SAMS sú prepojené so (spoločnými) MSI počítačmi prostredníctvom optických dátových liniek.

MSI takisto tvorí dátové rozhranie k servisnej jednotke (SU) TXS, ako aj dvojkanálové komunikačné rozhranie (GW) k PICS.

- Monitorovacie rozhranie (MI)

- MI RPS

Monitorovacie rozhrania (MI) sú vytvorené z počítačov TXS.

Prijímajú vybrané signály s počítačov MSI RPS, ktoré sa zobrazujú na signalizačných prvkoch (tiles) bezpečnostných panelov a poskytujú informácie o stave RPS. Jednotlivé výstražné signály nadobúdajú v rozhraní MI dynamické charakteristiky a sú hradlované sumárnymi statickými a dynamickými signálmi porúch, ktoré softvér spája s rôznymi frekvenciami blikania. Účelom MI je tiež poskytnúť krátku dĺžku kábla pre pevne drátované (hardwired) signálové rozhranie k SICS.

Pre každú dozorňu (bloková dozorňa, núdzová dozorňa) je nainštalované jedno MI na redundanciu.

- RLS nie je vybavený s MI, lebo skrine MSI sú inštalované v blízkosti BD.

- Kvalifikovaný zobrazovací systém (QDS)

QDS je systémové rozhranie človek – stroj založené na dotykovej obrazovke.

- QDS PAMS

Zobrazuje a archivuje signály kategórie 1 a 2. Jednotky QDS sú pripojené priamo k APU PAMS optickými dátovými linkami a oddelenou optickou dátovou linkou do servisnej jednotky (SU). QDS PAMS sú umiestnené na paneloch SICS v blokovej a núdzovej dozorni.

- QDS SAMS

Zobrazuje a archivuje premenné SAMS. Jednotka QDS je pripojená priamo k APU SAMS optickými dátovými linkami a oddelenou optickou dátovou linkou do servisnej jednotky (SU).

- Oddelovacie skrine

Aby bolo zachované vhodné funkčné oddelenie ESFAS a RLS od PACS, sú medzi skrine Votera ESFAS a skrine PACS, APU RLS a PACS vložené oddelovacie skrine.

- Servisná jednotka TXS (SU)

Servisné jednotky TXS poskytujú užívateľovi rozhranie na údržbu a servis. Servisná jednotka je priemyselný PC bežiaci na systémovom softvéri LINUX.

- Ranžirovacie skrine

Ranžirovacie skrine sú použité na jednoduché pripojenie signálov od zariadení v technológii alebo iných systémov v technológii k systému TXS a späť do technológii. Poskytujú možnosť pripojenia rôznych prevodníkov (napr. dvoj- alebo v štvorvodičových, s napájaním alebo bez napájania) a privedenia signálov z iných SKR do skrií úpravy signálov SC. To isté sa aplikuje pre pripojenie jednotiek PACS k akčným členom v technológii.

Ranžirovacie skrine sú zdieľané medzi SKR TXS.

6.5.1.1.3.2.2 Platforma SPINLINE 3

SPINLINE 3 je digitálna bezpečnostná platforma SKR. SPINLINE 3 bol projektovaný, kvalifikovaný a vyrobený tak, aby spĺňal európske normy jadrovej bezpečnosti a kvality. SPINLINE 3 poskytuje súbor štandardizovaných, modulárnych komponentov a nástrojov.

Generická digitálna bezpečnostná platforma SKR SPINLINE3 zahŕňa štandardný hardvér a softvér, ktorý tvorí základ pre konkrétne systémy SPINLINE 3 elektrárne.

Hardvér SPINLINE 3 je postavený zo súboru modulárnych štandardizovaných komponentov, vrátane rámu (šasi), elektronických dosiek a kabeláže, vhodnej na implementáciu bezpečnostných systémov SKR v jadrových elektrárnach.

Hardvér generickej platformy SPINLINE 3 pozostáva z:

- rámu (šasi)
- napájacích modulov
- digitálnych spracovateľských modulov
- komunikačných modulov
- modulov vstupných signálov
- modulov výstupných signálov
- moduly úpravy signálu
- svorkovnice
- súboru káblov a vodičov
- hardvéru chladenia ventilátorom
- hardvéru rozvodu energie.

Komponenty softvéru generickej platformy sú:

- konfigurovateľný operačný systém (OSS)
- aplikačne orientovaná knižnica znovu použiteľných softvérových komponentov
- softvér vložený v doske NERVIA+ a vstupnej doske ICTO, a
- súbor nástrojov integrovaných v softvérovom vývojovom prostredí (SSDE) nazývaný CLARISSE, ktorý je použitý pre návrh a implementáciu architektúry systému, konfiguruje jednotky a siete a vyvíja konkrétny aplikačný softvér.

Od začiatku boli hardvérové a softvérové komponenty navrhované tak, aby realizovali „jadrovo“ bezpečnostné funkcie SKR. Mikroprocesor je umiestnený na doske spracovateľskej jednotky. Komunikačný proces je vykonávaný samostatným mikroprocesorom.

SPINLINE 3 komponenty obsahujú tiež komponenty, ktoré nie sú založené na mikroprocesore ako sú zosilňovače impulzov a nízkoprúdové zosilňovače pre úpravu signálu z neutrónového detektora.

Elektronické dosky (moduly) sú umiestnené v rošte. V rošte je napájacia doska, doska CPU a digitál analogové a diskkrétne vstupné a výstupné dosky. Elektronické dosky SPINLINE komunikujú cez zbernicu backplane. Funkcie zbernice backplane sú:

- zabezpečiť centralizáciu zberu dát vykonávaných vstupnými doskami cez BAP, či pre zber dát vstupné dosky používajú mikroprocesory alebo logiku FPGA
- zabezpečiť prenos výstupných signálov určených doskou CPU do výstupných ovládacích dosiek
- dodávať energiu vytváranú napájacou doskou k doske CPU a k vstupno výstupným doskám
- poskytnúť konektory na spojenie hlavných elektronických dosiek k ich priradeným doskám rozhrania.

Zbernica backplane je paralelná zbernica master/slave s jednou doskou master a jednou alebo niekoľkými doskami slave.

SPINLINE 3 je použitý na JE MO34 pre implementáciu systému merania neutrónového toku (EXCORE).

- Jednotka spracovania neutrónových parametrov

Doska UC25 vykonáva spracovanie (digitálnu úpravu) funkcií pri signáloch zasielaných časťou analógovej úpravy signálu systému EXCORE. Doska UC25, aby získala a generovala analógové a digitálne signály, používa rôzne iné elektronické dosky.

Doska UC 25 komunikuje s týmito doskami cez paralelnú zbernicu (BAP).

- Jednotka na úpravu signálu z neutrónového detektora

Jednotka na úpravu signálu z neutrónového detektora zabezpečuje:

- získanie, zosilnenie a tvarovanie signálu spúšťacieho rozsahu (source range)

Sú použité nasledovné dosky:

- napájacia doska spolu s analógovým napájacím rozhraním
- zosilňovač rýchlych impulzov (I.AIR)
- doska na tvarovanie signálu s diferenčným zosilňovačom impulzov
- doska izolácie zap./vyp.

- získanie a konverziu signálu pracovného rozsahu (power range)

Sú použité nasledovné dosky:

- napájacia doska spolu s analógovým napájacím rozhraním
- doska na zber a prevod prúdu
- doska generácie kladného a záporného vysokého napätia,
- doska izolácie zap./vyp. .

6.5.1.1.3.2.3 Platforma SPPA-T2000

Platforma SPPA-T2000 bola vyvinutá pre konvenčné priemyselné účely. SPPA-T2000 je distribuovaný riadiaci systém, ktorý poskytuje všetky zariadenia merania a regulácie požadované na automatizáciu, prevádzku, monitorovanie, dohľadanie a archivovanie procesov v elektrárnach.

SPPA-T2000 poskytuje:

- automatizačný systém AS 620,
- technologický informačný a riadiaci systém OM 690 založený na obrazovkách pre ovládanie a monitorovanie (PICS),
- systém inžinieringu (ES 680),
- systém diagnostiky (DS670).

V architektúre SPPA-T2000 sú realizované dva hlavné zbernicové systémy:

- bloková zbernica
- terminálová zbernica.

6.5.1.1.3.2.3.1 Automatizačný systém AS 620B

AS 620 vykonáva technologické automatizačné úlohy. AS 620 získava namerané hodnoty a informácie o stave z technológie, vykonáva funkcie riadenia v otvorenej a v uzavretej slučke a aktivuje technologické akčné členy.

AS 620 prenáša povel z OM / OM 690 Prevádzkového a monitorovacieho systému do technológie a sníma informácie požadované OM / OM 690, ES 680 alebo DS 670 Diagnostickým systémom z technológie a posúva ich na úroveň operátorského riadenia a monitorovania.

AS 620B pozostáva z:

- automatizačného procesora s komunikačnými procesormi pre PROFIBUS-DP, blokovú zbernicu a zbernicu SAS.
- modulov pre jednotlivé riadenia pohonov a rozhrania k technológii (FUM moduly),
- rozhrania PROFIBUS-DP na riadenie PAC modulov.

• Automatizačný procesor (AP)

Hlavným komponentom AS 620B je redundantný automatizačný procesor (AP), ktorý vykonáva aplikačný program plniaci úlohy riadenia a monitorovania automatizačných funkcií špecifických pre aplikáciu. Automatizačné procesory sú pripojené k V/V doskám (FUM moduly), ktoré tvoria rozhranie k zariadeniam v technológii; ktorými sú akčné členy, podružné rozvádzače (MCC) a snímače. Automatizačný procesor takisto poskytuje rozhranie PROFIBUS-DP na vzájomné prepojenie s PAC modulmi bezpečnostného SKR TELEPERM XS.

Hardvér automatizačného procesora AP je od spoločnosti Siemens. Tento pozostáva z dvojitého roštu so samostatnými časťami:

- hlavný kontrolér S7-400H; CPU 414-4H-PG
- komunikačné procesory CP 443-1
- rôzne moduly rozhrania, napr. CP 443-5.

AP spracováva ochranné funkcie systému a zariadení. Okrem typických základných funkcií AP používa na výkon svojich funkcií široký rozsah blokov riadenia v otvorenej a uzavretej slučke špecifických pre elektrárne.

• FUM moduly

Jednotlivá úroveň riadenia systému AS 620B pozostáva z FUM modulov. FUM moduly boli vyvinuté špeciálne na použitie v elektrárňach. Ich funkcie boli prispôsobené na rozličné úlohy, ktoré sú vykonávané v elektrárni.

Funkčné moduly (FUM) jednotlivej úrovne riadenia sú rozhraním medzi riadiacim systémom a technológiou (úroveň 0).

Principiálne úlohy funkčných modulov sú:

- zber, úprava, spracovanie, distribúcia, výstup a monitorovanie signálov a napájanie snímačov,
- spracovanie autonómnych automatizačných úloh pre jednotlivé kontroléry otvorenej a uzavretej slučky,
- časové značkovanie s rozlíšením 1 ms,
- monitorovacie funkcie pre ľahkú a presnú diagnostiku v prípade chyby (ako prerušenie vodiča snímača, antivalencia prepínacích kontaktov),
- automonitorovanie vnútorného vybavenia dosiek (rozvod napájania, referenčné napätia pre A/D prevodník, atď.),
- rozhranie k pevne nadržovanému záložnému panelu (pultová mozaika v SICS).

Každý modul má svoj vlastný mikroprocesor a napájanie špecifické pre modul. Modul má tiež dve nezávislé zbernicové rozhrania na pripojenie k redundantnému systému zbernice skrine.

6.5.1.1.3.2.3.2 OM 690 Prevádzkový a monitorovací systém

OM / OM 690 je rozhranie medzi elektrárnou a dozornou operátora. Pomocou vysoko ergonomického návrhu systém poskytuje okno do technológie pre centralizovanú prevádzku, monitorovanie a dohľadanie nad elektrárnou. Okrem toho poskytuje všetky funkcie požadované na vyčerpávajúci záznam procesov a archív dát.

OM 690 je použitý na realizáciu PICS.

PICS je založený na prevádzkovom a monitorovacom systéme SPPA-T2000, ktorý je založený na obrazovkovom grafickom užívateľskom rozhraní platformy SPPA-T2000. Toto vybavuje operátora elektrárne s užívateľsky vhodnými a ergonomickými informačnými zobrazeniami a zariadeniami ručného ovládania. OM690 je založený na redundantných pracovných staniciach. Hlavné komponenty architektúry systému OM690 sú jednotka spracovania (PU), serverová jednotka (SU) a terminály operátora (OT). Tieto komponenty komunikujú medzi sebou cez optickú LAN (terminálová zbernica).

- Jednotky spracovania (PU)

Dve jednotky spracovania na terminálovú zbernicu „bežia“ paralelne v redundantnej konfigurácii. Jedna PU beží v master (nadradenom) móde a paralelná PU beží v móde horúcej rezervy.

Úlohy jednotky spracovania sú nasledovné:

- zachovanie hodnôt všetkých získaných signálov (hodnota, kód kvality a časová pečiatka) zo zbernice bloku
- ukladanie všetkých zmien získaných dát (udalosti a merania) v krátkodobom archíve
- zaistenie poruchovej a výstražnej signalizácie, signálov o situácii v elektrárni
- realizácia funkcií na základe informácií z technológie
- výpočet preddefinovaných funkcií
- zabezpečenie dynamických informácií na prevádzkové terminály
- riadenie mechanizmu validácie poruchovej a výstražnej signalizácie
- riadenie komunikácie cez XU.

Redundancia zahŕňa aj pripojenie PU na terminálovú zbernicu. Každá PU je pripojená k rôznemu modulu sieťového prepínača LAN.

PU je redundantne pripojená k blokovej zbernici takisto použitím dvoch rôznych modulov prepínača.

- Serverové jednotky (SU)

SU obsahuje softvér potrebný na archiváciu dát ako aj pre vyhľadávanie dát.

Funkcia archivovania poskytuje nepretržité a neobmedzené archivovacie schopnosti a rýchle vyhľadávanie archivovaných dát pre hlásenia a trendy.

Systém archivovania ukladá všetky technologické dáta, vypočítané hodnoty na úrovni AS a úrovni OM a poveloch operátora, vrátane hodnoty povelu (ZAP, VYP, analógová hodnota).

SU zahŕňa softvérový balík pre vyhľadávanie dát, pohavarijnú analýzu a analýzu optimalizácie. SU poskytuje:

- záznamy o stave a postupnosti pre analýzu dát,
- automatické generovanie záznamu v danom čase s definovanou časovou periódou,
- zachovanie časových záznamov pre licenčné orgány,
- záznamy pre periodické skúšky,
- trendy a grafické zobrazenia,
- výpočty definované užívateľom pre archivované dáta na analýzu a optimalizáciu, vrátane zobrazenia užívateľom definovaných výpočtov v trende

Všetky technologické dáta získané z automatizačných systémov sú uložené do vyrovnávacích pamätí a nepretržite prenášané z SU do systému RAID (redundantné nezávislých diskov). RAID poskytuje redundanciu. Strednodobé a dlhodobé ukladanie dát a je vykonávané v systéme RAID a v systéme jukeboxu.

SU je založená na rovnakej hardvérovej báze ako PU. SU je redundantný systém.

Počítače SU sú pripojené k počítačom PU cez terminálovú zbernicu.

- Prevádzkové terminály (OT)

Úlohy prevádzkových terminálov (OT) sú nasledovné:

- funkcie HMI (Informácie a prevádzka)
- ukladanie technologických dát lokálne v krátkodobom archíve.

OT je založený na serveri SUN NETRA 210 bežiacom na operačnom systéme SOLARIS.

Jednotka spracovania (PU), serverová jednotka (SU), operátorské terminály (OT) a iné komponenty OM 690 sú popísané podrobne v kapitole PpBS 06.05.05.01 "Technologický informačný a riadiaci systém - PICS".

Rozhranie založené na externej jednotke XU

OM 690 SPPA-T2000 môže byť prepojený na iné externé počítačové systémy cez počítač XU, časť systému OM 690. Prepojenie LAN z XU je distribuované pomocou prepínača LAN. Externé počítače sú pripojené k tomuto prepínaču cez TCP/IP. Pre ochranu voči neoprávnenému prístupu zvonku a na filtrovanie a monitorovanie výmeny informácií je umiestnený firewall medzi XU a externé systémy.

6.5.1.1.3.2.3.3 Systém inžinieringu ES 680 / ES 685

Systém inžinieringu ES 680 / ES 685 SPPA-T2000 je použitý na konfiguráciu softvéru. Tento obsahuje automatickú podpornú dokumentáciu na poskytnutie informácie o aktuálnom stave konfigurácie v každom čase. Takisto zaisťuje vyššiu kvalitu dátového modelu na centrálnej báze a značné šetrenie v čase pri konfiguračných zmenách a údržbe dát.

ES 680 je použitý na generovanie softvéru pre automatizačné systémy AS620, prevádzkové a monitorovacie systémy (cez ES 685), LAN a pre pridelenie hardvéru systému.

ES 680 prijíma projektové údaje z databázy inžinieringu na TEC server je a použitý na to, aby vykonával kontrolu konzistencie dát a generovania kódu. Systém obsahuje nástroje generovania kódu, aby vytvorili kód pre automatizačné systémy AS a pre PICS.

ES 680 zachováva skladbu generovaného a prenášaného kódu a poskytuje užívateľovi informácie o kóde, ktorý nebol prenesený. Toto zaisťuje konzistenciu medzi bežiacim kódom v cieľovom systéme a funkčnými požiadavkami navrhnutými pomocou nástrojov inžinieringu. Protokoly sú generované a uložené automaticky kedykoľvek bol kód generovaný.

Samotný systém inžinieringu pozostáva z nasledujúcich komponentov:

- jeden centrálny server ES 680 (vrátane DS 670) pre inžiniering AS a LAN
- štyri ES 680 slave (jeden slave pre každý systém)
- jeden centrálny server ES 685 pre inžiniering OM
- traja klienti inžinieringu pre diaľkové operácie ES 680 / ES 685.

Server TEC

Server TEC je použitý na vypracovanie a modifikáciu funkčných schém, inžiniering zariadení poľa a zobrazenia PICS.

6.5.1.1.3.2.3.4 Diagnostický systém DS 670

Diagnostický systém DS 670 SPPA-T2000 je nástroj, ktorý poskytuje prevádzkovému personálu SKR informácie a testovacie funkcie a teda umožňuje mu podrobne vyhodnotiť a analyzovať informácie o poruchovom stave systému.

6.5.1.1.3.2.3.5 Systém zberníc SPPA-T2000

V prostredí systému SPPA-T2000 sú dva hlavné zbernicové systémy - bloková zbernica a terminálová zbernica. Základná topológia zbernicového systému v rámci SPPA-T2000 je kruhová topológia, vytvorená pomocou prepínacích modulov SCALANCE.

Bloková zbernica vzájomne prepája automatizačné procesory automatizačného systému AS 620 pre účely vzájomnej výmeny signálov. Táto takisto pripája automatizačný systém k rôznym komponentom prevádzkového a monitorovacieho systému OM 690, napr. PU, ES 680 slave a DS 670.

Terminálová zbernica je zodpovedná za komunikáciu v rámci PICS. Všetky komponenty OM 690 sú pripojené k terminálovej zbernici. K terminálovej zbernici sú takisto pripojené externé jednotky stanovujúce komunikáciu s inými systémami.

Zbernicové systémy používajú Ethernetové zbernice podľa IEEE 802.3 pri využití rovnakého hardvéru a mechanizmu prístupu.

Zbernicový systém je kombinácia optickej verzie pre kruhové zbernice a kruhové segmentové zbernice spolu s verziou skrúcaných párov pre pripojenie koncového systému do siete.

Segmentové zbernice (ostrovné zbernice PAS) pripájajúce automatizačné procesory PAS sú pripojené k blokovej zbernici optickým káblom.

Automatizačné procesory SAS sú pripojené priamo na blokovú zbernicu optickými káblami. Na komunikáciu medzi automatizačnými procesormi SAS je použitá oddelená zbernica SAS. Zbernica SAS je realizovaná ako dve nezávislé redundantné linky.

Automatizačné procesory RCS sú pripojené priamo k blokovej zbernici optickými káblami.

Za účelom výmeny signálov medzi blokmi na zabezpečenie vyčerpávajúcich informácií na OM zobrazeniach je určené optické prepojenie medzi XU bloku 3, 4 a 8.

- Terminálová zbernica

Sú tri oddelené terminálové zbernice:

- terminálová zbernica 3. bloku
- terminálová zbernica 4. bloku
- terminálová zbernica 8. bloku (spoločné pomocné systémy).

Každá terminálová zbernica je kruhová, spoločná pre všetky redundancie, zhotovená pomocou prepínačov SCALANCE X307-3. Každá z troch terminálových zberníc má svoju vlastnú redundantnú jednotku spracovania, redundantnú serverovú jednotku, jednotlivé externé jednotky, jednotlivé servery inžinieringu a jednotlivý systém archivovania.

- Bloková zbernica

Sú tri oddelené blokové zbernice:

- bloková zbernica 3. bloku
- bloková zbernica 4. bloku
- bloková zbernica 8. bloku (spoločné pomocné systémy).

Každá bloková zbernica je kruhová, zhotovená pomocou prepínačov SCALANCE X408-2.

Automatizačné procesory PAS sú pripojené k ostrovným zberniciam, aby oddelili divízie. Ostrovné zbernice sú pripojené k blokovej zbernici pomocou redundantných prepínačov SCALANCE X307-3.

Automatizačné procesory SAS sú pripojené k blokovej zbernici cez komunikačné procesory CP443-1. Avšak, všetky komunikácie v rámci SAS sú vykonávané oddelenou zbernicou SAS.

Automatizačné procesory RCS sú pripojené priamo k blokovej zbernici cez komunikačné procesory CP443-1.

Ostatné komponenty, ako sú redundantné jednotky spracovania, DS670, ES 680 „slaves“ a hodiny (CLOCK) sú pripojené k blokovej zbernici cez moduly SCALANCE.

Bloková zbernica má pripojenia k SKR TXS cez redundantné gateway-e SPPA-T2000 realizované pomocou komunikačných modulov CM104.

Pripojenie blokovej zbernice k externým SKR je možné cez moduly CM104.

- Ostrovná zbernica

Sú tu:

- 4 ostrovné zbernice pre automatizačné procesory PAS pripojené na blokú zbernicu na bloku 3 (aby oddelili redundancie)
- 4 ostrovné zbernice pre automatizačné procesory PAS pripojené na blokú zbernicu na bloku 4 (aby oddelili redundancie).
- 5 ostrovných zberníc pre automatizačné procesory PAS pripojené na blokú zbernicu na bloku 8 (aby oddelili redundancie).

Ostrovne zbernice sú tvorené ako optický kruh realizovaný pomocou prepínačov SCALANCE X307-3 a umožňujú výmenu signálov príslušných AP v rámci jednej redundancie bez použitia funkcií blokovej zbernice. Všetky ostrovne zbernice v rámci bloku sú vzájomne prepojené cez blokú zbernicu, ktorá takisto pripája automatizačné procesory (AP) k jednotkám spracovania (PU).

- Zbernica SAS

Zbernica SAS je oddelená zbernica použitá pre prenos signálu kategórie B a kategórie C medzi automatizačnými systémami SAS nezávisle, v ktorej divízii sú tieto umiestnené.

Sú tu tri oddelené zbernice SAS:

- zbernica SAS 3. bloku
- zbernica SAS 4. bloku
- zbernica SAS 8. bloku (spoločné pomocné systémy).

Každá zbernica SAS je realizovaná pomocou dvoch nezávislých liniek s prepínačmi SCALANCE X112-2.

Všetky automatizačné systémy sú pripojené cez komunikačné moduly CP443-1, krútenú dvojlinku a prepínače SCALANCE X112-2 k zbernici SAS.

Zbernica SAS nemá žiadne fyzické pripojenie k žiadnym iným zbernicovým systémom alebo k žiadnym iným komponentom SPPA-T2000, okrem príslušných automatizačných systémov SAS.

- PROFIBUS-DP

PROFIBUS-DP systém otvorenej zbernice založený na medzinárodnom štandarde IEC 61784-1 s prenosovým protokolom "DP". Fyzicky je PROFIBUS-DP buď elektrická sieť s tieniou dvojlinkou alebo optická sieť s optickým káblom.

Nasledujúce systémy sú pripojené použitím PROFIBUS-DP:

- moduly priority AV42
- EU903 rošty s FUM modulmi cez modul rozhrania IM 616.

Komunikačný modul (CM104)

Komunikačný modul CM104 zaistuje komunikáciu medzi Úrovňou 1 externých SKR a Úrovňou 2 SPPA-T2000. Komunikačný modul (CM104) prenáša dáta medzi externými SKR a riadiacim systémom SPPA-T2000 cez rôzne fyzické rozhrania.

Fyzické pripojenie externých systémov je urobené pomocou Ethernetového rozhrania CM104. Platforma je založená na architektúre PC, ktorá umožňuje prepojenie externých systémov k riadiacemu systému SPPA-T2000 cez rôzne zbernicové protokoly.

Komunikačný modul CM104 môže byť konfigurovaný tak, aby vytvoril jednotlivú alebo redundantnú komunikáciu. Komunikačný modul CM104 je pripojený pomocou samostatného Ethernetového portu k blokovej zbernici SPPA-T2000 (ostrovnej zbernici).

Komunikačný modul CM104 pôsobí ako gateway k výmene dát medzi externým systémom a SPPA-T2000.

Komunikačný modul CM104 je priemyselný PC s vysokou integráciou.

6.5.1.1.3.2.4 Platforma SMS

Hlavnými súčasťami systému SMS sú:

- snímače zrýchlenia
- zapisovač pohybu
- seizmický spínač + zapisovač silných pohybov (zodpovedné za signál pre rýchle odstavenie reaktora)
- riadiace centrum siete (NCC)

Snímače zrýchlenia sú priamo napojené k príslušnému zapisovaču pohybu. Týmto spôsobom tvoria autonómnú jednotku, ktorá je priamo pripojená k NCC.

6.5.1.1.3.2.4.1 Snímače

Snímače zrýchlenia sú dodané od spoločnosti Syscom Instrument SA. Pozostávajú z trojosových akcelerometrov, ktoré merajú zrýchlenie v troch pravouhlých smeroch karteziánskeho priestoru. Zrýchlenie v troch priestorových smeroch je merané tromi kapacitnými komorami s integrovanými obvodmi (a predzosilňovačmi). Nakoľko snímače reagujú aj na statické zrýchlenie, je vertikálna os kompenzovaná na gravitáciu.

6.5.1.1.3.2.4.2 Zapisovač pohybu

Zapisovač pohybu je riadený procesorom. Zapisovač filtruje všetky signály prichádzajúce od snímačov v záujme eliminovať falošné javy a zaznamenáva ich do tzv. "pred-udalostnej pamäte". Kedykoľvek je prekročená nastavená prahová úroveň, dáta sú ukladané do záznamovej pamäte až kým, signál znova nepoklesne pod prahovú úroveň.

Celková záznamová doba jednej udalosti je suma doby pred udalosťou, doby udalosti a doby po udalosti.

6.5.1.1.3.2.4.3 Seizmický spínač a zapisovač silného pohybu

Akcelerometer meria zrýchlenie v troch pravouhlých smeroch karteziánskeho priestoru s tromi kapacitnými komorami s integrovaným obvodom (a predzosilňovačmi). Nakoľko snímače reagujú aj na statické zrýchlenie, je vertikálna os kompenzovaná na gravitáciu.

Zapisovač filtruje všetky signály prichádzajúce od snímačov v záujme eliminovať falošné javy a zaznamenáva ich do tzv. pred-udalostnej pamäte. Ak je prekročený prah, dáta sú ukladané do záznamovej pamäte až kým, signál znova nepoklesne pod prahovú úroveň.

Aby boli splnené bezpečnostné požiadavky (IEC 61513 trieda 1), je funkčnosť spínača oddelená od zapisovača. Tieto sú namontované na rovnakej doske, ale bežia na úplne oddelených procesoroch, ktoré komunikujú nepriamo (cez sériovú linku) zo spínača do zapisovača.

Celková záznamová doba jednej udalosti je suma doba pred udalosťou, doby udalosti a doby po udalosti. Doby pred a po udalosti môžu byť nastavené užívateľom, cez užívateľské sériové rozhranie. Bezpečnostné sériové rozhranie umožňuje prístup k parametrom takým ako sú úrovne výstražných signalizácií a môžu byť sprístupnené iba vnútorne po fyzickom zásahu v zapisovači.

6.5.1.1.3.2.4.4 Skriňa riadiaceho centra siete (NCC)

NCC je riadené CMOS procesorom. Ten zahrňuje všetky vlastnosti potrebné na riadenie jednotlivého zapisovača pohybu, ako aj displej a výstup nameraných údajov.

NCC je vybavené pomocou PC, klávesnicou, displejom a tlačiarňou.

Ako je vysvetlené vyššie v popise jednotlivých komponentov, NCC umožňuje prístup k lokálnym jednotkám záznamu, uľahčuje nastavenie parametrov a to, že dáta sú automaticky prenášané do PC na analýzu.

Literatúra

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

II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE a pod.)

- [II.1] Zákon NR SR č.541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [II.2] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 11/2008
- [II.3] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Viedeň, 5/2004
- [II.4] Vyhláška č. 31/2012 Z. z, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [II.5] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z., (Vyhláška ÚJD SR č. 50/2006 Z.z.) o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.6] Safety of Nuclear Power Plants: Design Requirements, IAEA Safety Standards Series NS-R-1, Vienna 2000
- [II.7] Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Guide, NS-G-1.3, Vienna 2002
- [II.8] TRS No. 387 Modern Instrumentation and Control for Nuclear Power Plants, IAEA Vienna, 1999
- [II.9] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 1/2014
- [II.10] Vyhláška ÚJD SR č.50/2006 ktorou sa stanovujú 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 z 12. januára 2006
- [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] Vyhláška ÚJD SR č.431/2011 o systéme manažérstva kvality

ZOZNAM PRÍLOH

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 6.5.1.1- 1 Bezpečnostné a seizmicky klasifikované systémy SKR	9
Tabuľka 6.5.1.1- 2 Systémy SKR použité na JE Mochovce MO34	16