

## Technická správa

# Predprevádzková bezpečnostná správa



## Kapitola 06.05.08 Núdzová dozorňa

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

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

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

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

		LC						
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil	
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	nie	SEC. INDEX / INDEX utajenia	Company use/P
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie		x	Information Only / Len na informáciu	
<small>The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.</small>								
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 09		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	Plant Unit / Blok elektrárne
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361072			A4	6.01	RS	Z	8
 * P N M 3 4 3 6 1 0 7 2 0 9 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
				1	18			

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436107209_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 18.06.2019			
Kód citlivosti <sup>1)</sup> / Sensitivity code <sup>1)</sup>	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:	•	•	• VUJE a.s.	• 0620	• 18.06.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:	•	•	•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:	•	•	• VUJE a.s.	• 0220	• 18.06.2019	•	
Verified by / Overil:	•	•	• VUJE a.s.	• 0720	• 18.06.2019	•	
Approved by / Schválil:	•	•	• VUJE a.s.	• 1703	• 18.06.2019	•	

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

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

## Revision record / Záznam o revízii

<b>Identification /</b> <b>Identifikácia</b> (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavec)	<b>Brief description of modification /</b> <b>Stručná charakteristika úpravy</b> (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	<b>Reason of modification /</b> <b>Dôvod úpravy</b> (author company, number of comments or other stimulation, name of author, comment document No.) (firma autora a číslo pripomienky, resp. iný podnet, meno autora, č. dokumentu pripomienok)
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok ÚJD podľa Aarhuského výboru	• V súlade s dokumentom PNM34482979
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

# List of document part

## Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Titulný list/Title page	• PNM3436107209_S_C00_V	• 09
2.	• Textová časť/Text part	• PNM3436107209_S_C01_V	• 09
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

## OBSAH

OBSAH .....	4
ÚVOD.....	5
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	6
6.5.8.1 POPIS SYSTÉMU .....	7
6.5.8.1.1 Účel ND.....	7
6.5.8.1.2 Posádka ND.....	7
6.5.8.1.2.1 Komunikácia posádky na ND.....	8
6.5.8.1.2.2 Riadenie vstupu na ND.....	8
6.5.8.1.3 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia.....	8
6.5.8.1.4 Popis vykonávacieho projektu ND.....	8
6.5.8.1.5 Vybavenie ND.....	9
6.5.8.1.5.1 Vybavenie pracovných miest na ND.....	9
6.5.8.1.5.2 Panely SICS.....	10
6.5.8.1.5.3 Monitorovanie a riadenie pracovnými stanicami PICS.....	10
6.5.8.1.5.4 Súčinnosť PICS a SICS.....	10
6.5.8.1.5.5 Testovací režim ND.....	11
6.5.8.1.5.6 Pracovné stanice PICS.....	11
6.5.8.1.5.7 Alarmový systém.....	11
6.5.8.1.6 Obývateľnosť ND.....	12
6.5.8.1.6.1 Podmienky prostredia.....	12
6.5.8.1.6.2 Protipožiarne zariadenia a únikové cesty.....	12
6.5.8.1.6.3 Osvetlenie.....	12
6.5.8.1.6.4 Ostatné zariadenia pre personál.....	12
6.5.8.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE ND.....	12
6.5.8.2.1 Hlavné charakteristiky projektu.....	12
6.5.8.2.2 Princípy bezpečného projektu.....	13
6.5.8.2.2.1 Kritérium jednoduchšej poruchy a redundancie.....	13
6.5.8.2.2.2 Odolnosť voči poruche zo spoločnej príčiny.....	13
6.5.8.2.2.3 Nezávislosť ND od BD.....	13
6.5.8.3 BEZPEČNOSTNÉ HODNOTENIE.....	14
LITERATÚRA.....	17

## ÚVOD

Táto technická správa je časťou PpBS pre MO34 a je vypracovaná v súlade s:

- Zákon NR SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie ( atómový zákon ) a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- Vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 s prihliadnutím na aktuálnu Vyhlášku ÚJD SR 430/2011 Z. z.
- Vyhláškou ÚJD SR 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 vyhotovenia dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 11/2008 s prihliadnutím na aktuálnu verziu BNS I.1.2/2014
- Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Viedeň, 5/2004
- Pripomienkami k PBS uvedenými v Rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008

Zaoberá sa technickým popisom, ergonomickým a bezpečnostným hodnotením vykonávacieho projektu ND. Vykonávací projekt je posudzovaný najmä z hľadiska človeka-operátora a z ergonomického hľadiska.

## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

BD	bloková dozorňa
DBC	projektový režim prevádzky
DV	demivoda
EMO12	Mochovce 1. a 2. blok
EOP	havarijné prevádzkové predpisy
ESFAS	system zaistenia bezpečnosti bloku
EXCORE	vonkajšie meranie výkonu reaktora
HCC	hlavné cirkulačné čerpadlo
HNČ	havarijné napájacie čerpadlo
HPK	hlavný parný kolektor
JE	jadrová elektrárň
KO	kompensátor objemu
MO34	Mochovce 3. a 4. blok
ND	núdzová dozorňa
NN	napájacia nádrž
NT	nízkotlakový
OPO	operátor primárneho okruhu
OSO	operátor sekundárneho okruhu
PAMS	system pohavarijného monitorovania
PACS	system prioritného riadenia
PAS	system prevádzkových automatík
PG	parogenerátor
PICS	počítačový informačný a riadiaci system
PO	primárny okruh
PpBS	predprevádzková bezpečnostná správa
PSA	prepúšťacia stanica do atmosféry
PV PG	poistný ventil parogenerátora
RČA	rýchločinná armatúra
RRCS	system ovládania pohonov riadiacich kaziet
RTS	system odstavenia reaktora
SAS	system bezpečnostných automatík
SHNČ	superhavarijné napájacie čerpadlo
SKR	system kontroly a riadenia
SICS	bezpečnostný informačný a riadiaci system - panely
SMS	seizmický monitorovací system
SORR	system ochrany a riadenia reaktora
TVD	technická voda dôležitá
VRB	vedúci reaktorového bloku
VS	vlastná spotreba
VT	vysokotlakový

### 6.5.8.1 POPIS SYSTÉMU

#### 6.5.8.1.1 Účel ND

Núdzová dozorňa (ND) je záložným pracoviskom BD, ktoré umožňuje riadenie a monitorovanie vymedzeného rozsahu zariadení bloku dôležitých pre splnenie bezpečnostných funkcií v prípade neobývateľnosti BD.

Osobitne, ND poskytuje nasledujúci minimálny rozsah funkcií:

- Bezpečné odstavenie reaktora
- Dochladenie bloku do studeného stavu
- Dlhodobé odvádzanie zvyškového tepla z aktívnej zóny
- Monitorovať a kontrolovať bezpečný stav bloku po odstavení
- Komunikácia so zmenou a ostatným personálom elektrárne.

Riadenie bloku z ND je možné až po regulárnom navolení ovládania z ND posádkou BD.

#### 6.5.8.1.2 Posádka ND

Po opustení BD je prevádzka zariadenia riadená v nepretržitej trojzmennej prevádzke posádkami v zložení odpovedajúcom trom trvalo obsadeným pracoviskám:

- Vedúci reaktorového bloku (VRB)
- Operátor primárneho okruhu (OPO)
- Operátor sekundárneho okruhu (OSO).

V prípade potreby sú dočasne prizvaní ďalší pracovníci operatívneho riadenia bloku, menovite

- Manipulant elektro (ME)
- Bezpečnostný inžinier (BI).

Ako bolo uvedené vyššie, ND je miestom, ktoré umožňuje riadenie zariadení bloku JE vo všetkých projektových režimoch (t.j. DBC 1 až 4) v odstavenom a dochladenom stave.

Na zaistenie týchto úloh trvalo obsadené pracoviská operátorov sú vybavené procesným informačným a riadiacim systémom (PICS, CWA, CWB, CWD, CWT), ktoré umožňuje operátorom plnenie ich úloh v ľubovoľnom stave bloku JE. V prípade, že PICS nie je k dispozícii (napr. pre poruchu zo spoločnej príčiny, nakoľko architektúra PICS je značne odolná voči jednoduchej poruche; všetky jeho hlavné komponenty sú plne redundantné), PICS je zálohovaný bezpečnostným informačným a riadiacim systémom (SICS). Panely SICS sú umiestnené v zadnej časti ND v tvare písmena U (CWH, CWJ, CWL, CWP).

Jediným dôvodom pre použitie ND operatívnym personálom je neobývateľnosť BD z vnútornej príčiny (napr. požiar na BD), pretože BD je primerane chránená pred vonkajšími hrozbami uvažovanými v jej projekte (t. j. požiare mimo BD, jedovaté plyny/rádioaktivita, pád malého lietadla atď.), viď [12] a [14]. V prípade ťažkej havárie s veľkým únikom rádioaktivity, nebezpečným pre personál, ale nie pre zariadenie, existuje možnosť aktivácie riadenia bloku z HRS pomocou systému PICS [21].

#### 6.5.8.1.2.1 Komunikácia posádky na ND

Členovia posádky musia pri svojej práci navzájom komunikovať podľa zásad 3-cestnej komunikácie a každý zásah operátora musí byť vykonaný na príkaz VRB podľa odpovedajúceho prevádzkového predpisu.

Na pracovisku VRB je umiestnená konferenčná zóna, kde môžu operátori prediskutovať aktuálnu alebo plánovanú prevádzkovú situáciu s VRB z tváre do tváre nad rozloženou odpovedajúcou prevádzkovou dokumentáciou.

#### 6.5.8.1.2.2 Riadenie vstupu na ND

Pred prechodom z BD do ND VRB inštruuje operátorov o nevyhnutných krokoch. Prístup na ND je povolený osobne VRB alebo povereným operátorom.

#### 6.5.8.1.3 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia

Zaradenie ovládacích, signalizačných a monitorovacích prvkov ND do bezpečnostných tried zodpovedá kategorizácii funkcií, systémov a zariadení, ktoré sú nimi riadené a monitorované z ND. Ďalšie informácie sú uvedené v príslušných kapitolách PpBS [11], [15], [17] a [19].

Pokiaľ ide o seizmickú klasifikáciu komponentov, SICS umiestnené na ND, ako aj PICS sú zaradené do seizmickej triedy 1a (časti PICS bez vplyvu na bezpečnosť sú zaradené do seizmickej triedy 2b [12].

Nábytok na ND je zaradený do seizmickej triedy 1a [11].

Stavebné objekty sú zaradené do seizmickej triedy 1a, ako je dokumentované v [10], [11] a [12]. Pretože únikové cesty sú umiestnené v klasifikovaných stavebných objektoch, ich seizmická klasifikácia je rovnaká ako klasifikácia stavebných objektov.

Klimatizácia ND je zaradená do seizmickej triedy 1a, pričom filtračný systém je zaradený do seizmickej triedy 2a. Seizmická a bezpečnostná klasifikácia vzduchotechniky je uvedená v PpBS, kapitola 6.4.3 [14]. Osvetlenie je vyhodnotené v PpBS, kapitola 6.7.4.2 [20]. Núdzové osvetlenie ND je však zaradené do seizmickej triedy 1a.

Interkom je zaradený do seizmickej triedy 1a. Ostatné systémy PS24 sú zaradené do seizmickej triedy 2b, ako je popísané v PpBS, kapitola 6.7.4.1 [19].

#### 6.5.8.1.4 Popis vykonávacieho projektu ND

Dispozičné riešenie obidvoch ND blokov JE MO34 je rovnaké..

#### Pracovné miesta na ND

Na ND sa nachádzajú tri trvalo obsadené pracoviská:

- pracovisko vedúceho reaktorového bloku (US),
- pracovisko operátora primárneho okruhu (RO)
- pracovisko operátora sekundárneho okruhu (TO)

Všetky pracoviská operátorov sú umiestnené na špeciálnych stoloch, ktoré sú zoradené do dvoch paralelných oblúkov. Na nich sú umiestnené pracovné stanice PICS. Prvá skupina stolov je rozdelená na



dve časti; na ľavej strane sú umiestnené stanice PICS pre OPO a na pravej strane pracovné stanice pre OSO. Pracovisko VRB je umiestnené v zadnej časti ND, takže VRB môže mať úplný a celkový prehľad o ND na prvý pohľad.

Pred trvalo pracoviskami OPO a OSO sú umiestnené panely SICS v tvare písmena U.

Vyhodnotenie priechodnosti navrhnutého rozloženia pracovísk na ND je uvedené a potvrdené ako vyhovujúce v [13].

Trvalo obsadené pracoviská OPO a OSO dovoľujú riadenie a monitorovanie všetkých dôležitých parametrov dôležitých pre operátora (parametre jadrového ostrova pre OPO a parametre konvenčného ostrova pre OSO), zatiaľ čo trvalo obsadené pracovisko VRB dovoľuje len monitorovanie celej elektrárne. Po zmene prihlásenia operátora je každá stanica schopná monitorovať a riadiť ľubovoľné zariadenie primárnej alebo sekundárnej časti, takže porucha monitora alebo pracovnej stanice neznamená žiaden problém pre prácu operátorov.

#### **6.5.8.1.5 Vybavenie ND**

Rozmiestnenie zariadenia pracovísk na ND je pre oba bloky rovnaké [46]

##### **6.5.8.1.5.1 Vybavenie pracovných miest na ND**

###### **Pracovisko VRB**

Vybavenie pracoviska VRB je nasledovné [46]:

- Dve blokové pracovné stanice PICS, každá s tromi monitorami ,
- Administratívny počítač s jedným monitorom ,
- Stanica požiarnej ochrany s jedným monitorom ,
- Telefón ,, vysielacia ,, komunikačný rozvážač ,, mikrofón pre rozhlas ,
- Ovládanie priemyselnej televízie s jedným monitorom ,
- Konferenčná zóna .

###### **Trvalo obsadené pracovisko OPO**

Vybavenie trvalo obsadeného pracoviska OPO je nasledovné [46]:

- Dve blokové pracovné stanice PICS, každá s tromi monitorami Fujitsu ,
- Telefón ,, vysielacia .

###### **Trvalo obsadené pracovisko OSO**

Vybavenie trvalo obsadeného pracoviska OSO je nasledovné [46]:

- Dve blokové pracovné stanice PICS, každá s tromi monitorami ,
- Telefón, vysielacia .

Okrem vyššie uvedených pracovísk sa na ND nachádza nasledujúce vybavenie:

- tlačiarne ,
- polica na prevádzkovú dokumentáciu ,, kde je uložená všetka potrebná prevádzková dokumentácia vrátane EOP a SAMG.

#### 6.5.8.1.5.2 Panely SICS

Panely primárnej časti sú umiestnené na ľavej strane a obsahujú oznamovače a ovládače zariadení PO [39].

Panely sekundárnej a elektro časti sú umiestnené na pravej strane a obsahujú oznamovače a ovládače zariadení SO a elektro [39].

Oznamovače a ovládače patriace k systémom a zariadeniam kategórie A vyžadujúce osobitné napájanie sú napájané z rovnakej divízie ako príslušné zariadenie. Oznamovače a ovládače patriace k systémom a zariadeniam kategórie B a C vyžadujúce osobitné napájanie sú napájané spolu s ostatným zariadením z príslušnej skrine PAS/SAS/PACS. Rozsah oznamovačov a ovládačov na paneloch SICS pokrýva požiadavky z [13]. Ďalšie informácie o paneloch SICS sú v [15]. Na paneloch SICS sú tiež inštalované kvalifikované displeje (QDS) zabezpečujúce zobrazenie meraní a signálov pre PAMS. Na rozdiel od BD na ND nie sú inštalované prehľadové panely bloku.

Systém PAMS slúži na zobrazenie dôležitých parametrov bloku najmä v havarijných režimoch a je bližšie popísaný v [16] a [36]. Indikácia parametrov PAMS je dostupná na BD aj ND.

Zásahy obsluhy prostredníctvom SICS sa vykonávajú odpovedajúcimi ovládacími prvkami na paneloch SICS. Vybavenie panelov SICS ovládacími prvkami a funkčnosť týchto prvkov je popísaná v [18] s výnimkou uzamykateľných prepínačov, ktoré na ND sú redukované v porovnaní s BD.

#### 6.5.8.1.5.3 Monitorovanie a riadenie pracovnými stanicami PICS

Na ND sú umiestnené nasledujúce stanice PICS:

- Dve pracovné stanice na pracovisku OPO ,
- Dve pracovné stanice na pracovisku OSO ,
- Dve blokové pracovné stanice na pracovisku VRB .

Každá pracovná stanica PICS má možnosť prístupu k ľubovoľnému systému bloku JE. Z hľadiska jadrovej aj prevádzkovej bezpečnosti je nevyhnutné obmedziť prístup z pracovných staníc tak, aby neoprávnení používatelia sa nemohli dostať k riadeniu cez PICS.

Prístup k riadeniu zariadení bloku z pracovnej stanice závisí od konkrétnej pracovnej stanice a od osoby, ktorá má oprávnenie na nej pracovať. Nastavenie prístupu oprávnenej osobe prebehne pri jej prihlásení sa do pracovnej stanice.

Prístup k riadeniu bloku z pracovných staníc PICS je obmedzený pravidlami uvedenými v [18].

#### 6.5.8.1.5.4 Súčinnosť PICS a SICS

PICS sa považuje za hlavný monitorovací a riadiaci systém vo všetkých normálnych prevádzkových režimoch. V prípade zlyhania PICS alebo inej abnormálnej situácie môže byť blok odstavený a dochladený pomocou SICS z BD alebo ND.

Neexistuje žiadne prepínanie medzi PICS a SICS okrem automatického kvitovania a mazania alarmov na SICS, ktoré je zapnuté pri riadení z PICS a musí sa vypnúť pri riadení z SICS. Riadenie z SICS je možné vždy a príkazy vydané na SICS majú vyššiu prioritu než príkazy zadané z PICS.

#### **6.5.8.1.5.5 Testovací režim ND**

Testovací režim ND sa vykonáva prihlásením sa operátora na pracovných staniciach na ND. To umožňuje testovanie funkčnosti komponentov. Akustické alarmy PICS na ND sú po prihlásení aktivované. Počas testovania musí byť administratívne zabezpečené, že testovanie pracovných staníc na ND neruší alebo neovplyvňuje činnosť BD [29].

#### **6.5.8.1.5.6 Pracovné stanice PICS**

Ergonomické posúdenie pracovných podmienok operátorov na ich trvalo obsadených pracovných miestach je uvedené v [13] a preukazuje, že požiadavky na prácu operátorov pri riadení technológie pomocou počítača sú na ND MO34 splnené.

Prevádzkové vlastnosti pracovných staníc sú detailne vyhodnotené v [18].

PICS obsahuje tiež systém displejov bezpečnostných parametrov (SPDS), ktorý pozostáva z niekoľkých displejov navrhnutých s ohľadom na prechodové a havarijné procesy na elektrárni. Takýto SPDS zobrazuje všetky bezpečnostne významné parametre, aby umožnil operátorovi vyhodnotenie bezpečného stavu bloku.

Podrobnejšie ergonomické hodnotenie pracovných staníc a displejov PICS je uvedené v [13].

Ďalšie informácie o PICS sú v [17].

#### **6.5.8.1.5.7 Alarmový systém**

Alarmový systém je integrálnou súčasťou systému SKR a pozostáva z dvoch podsystémov - počítačového alarmového systému a z pevne priradených alarmov.

Počítačové alarmy sa zobrazujú najmä na displejoch PICS, pevne priradené alarmy na paneloch SICS. Obidva typy alarmov sú sprevádzané zvukovým signálom podľa ich dôležitosti.

Podrobný opis alarmového systému inštalovaného na BD a na ND MO34 vrátane jeho ergonomického posúdenia je uvedený v [13] a [24].

Oznamovanie, kvitovanie, stíšenie a mazanie alarmov je detailne popísané v [25]

Opis a ergonomické hodnotenie alarmového systému uvedený v [13] potvrdzuje, že alarmový systém na ND poskytuje operátorom jasné vizuálne a zvukové oznamy o všetkých prevádzkových parametroch, ktoré sa odchýlili od nominálnych hodnôt a môžu ovplyvniť jadrovú bezpečnosť. Inštalovaný alarmový systém poskytuje operátorom efektívnu podporu pri riadení bloku z ND.

#### **6.5.8.1.6 Obývateľnosť ND**

Systémy pre zaistenie obývateľnosti centier riadenia sú detailne opísané v [14]. V predmetnom dokumente je potvrdené, že vykonávací projekt ND spĺňa všetky štandardné požiadavky na obývateľnosť ND.

##### **6.5.8.1.6.1 Podmienky prostredia**

Podmienky prostredia pre dozoru - normálne podmienky:

- Na ND sa udržiava stály pretlak na ochranu personálu pred dymom
- Teplota – 22 to 26 °C
- Vlhkosť – 50-70 % relatívna
- Dávkový príkon - <0,005 rad/h
- Rýchlosť prúdenia vzduchu – približne 0.5 m/s

V prípade abnormálnych podmienok na dozorni sa mení režim vzduchotechniky na režim ventilácie (nie klimatizácie) cirkulačným systémom.

Filtrácia nebezpečných plynov, jódu a vzácnych plynov podľa radiačných monitorovacích zariadení je zabudovaná do vstupného ventilačného potrubia do ND. Klimatizačné zariadenie je vtedy prepnuté do módu cirkulácie a ventilácie.

Klimatizačné a ventilačné systémy sú detailne popísané v kapitole PpBS 6.4.3 [14].

##### **6.5.8.1.6.2 Protipožiarne zariadenia a únikové cesty**

Na ND sú umiestnené hasiace prístroje, senzory dymu a označené únikové trasy rovnako ako v BD.

##### **6.5.8.1.6.3 Osvetlenie**

Osvetlenie ND je popísané v kapitole 6.7.4.2 PpBS [20].

##### **6.5.8.1.6.4 Ostatné zariadenia pre personál**

V neoperatívnej časti ND sú umiestnené skrine MSI CLF 13, 23 a 33.

### **6.5.8.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE ND**

#### **6.5.8.2.1 Hlavné charakteristiky projektu**

Hybridné dozorne vybavené klasickou inštrumentáciou spolu s ovládaním pomocou počítačov sú dnes najčastejšie sa vyskytujúcim typom dozorní centrálného riadenia na JE. Možnosti digitálnej technológie pre mentálne zblíženie človeka - operátora s riadeným procesom prostredníctvom informácií zobrazovaných počítačom riadenými obrazovkami dokážu výrazne zvýšiť efektívnosť a spoľahlivosť práce operátorov.

Napriek tomu sú nainštalované aj panely s klasickou inštrumentáciou (SICS) pre zaistenie monitorovania a ovládania bloku v prípadoch zlyhania počítačového ovládania a pre vykonanie manipulácií, pre ktoré nie je počítačové ovládanie náležite kvalifikované.

Posádka dozorne má k dispozícii diverzifikované komunikačné zariadenia pre efektívnu komunikáciu s personálom zmeny na bloku. (viď. [19])

Hlavné časti vybavenia ND blokov JE MO34 tvoria systémy PICS a SICS, ktoré sú vyhotovené predovšetkým podľa noriem KTA 3501 [5] a DIN 19235 [1].

### **6.5.8.2.2 Princípy bezpečného projektu**

#### **6.5.8.2.2.1 Kritérium jednoduchej poruchy a redundancie**

Posudzovanie odolnosti voči jednoduchej poruche vychádza z dvoch základných hľadísk uvedených v úvodnom projekte:

- Na BD a ND sa nachádzajú zobrazovacie a ovládacie prvky redundantných systémov (ESFAS, RTS, PAMS), ktoré sú už projektované s ohľadom na odolnosť voči jednoduchej poruche.
- Počet, rozmiestnenie a pripojenie samotných zobrazovacích a ovládacích prvkov umiestnených na BD a ND musí rešpektovať požiadavky odolnosti voči jednoduchej poruche.

Odolnosť voči jednoduchej poruche v prípade redundantných systémov a zariadení vyžaduje oddelené umiestnenie oznamovačov a ovládačov na častiach panelov a ich fyzickú separáciu. V návrhu panelov SICS je toto rozmiestnenie rešpektované. Spoločné sú iba podmieňovacie tlačidlá, tlačidlá pre ovládanie alarmov, testovacie tlačidlá a servisný prepínač.

Odolnosť voči jednoduchej poruche samotných oznamovačov a ovládačov je zaistená redundanciou pracovných staníc PICS aj ich terminálov.

Odolnosť voči jednoduchej poruche ostatných zariadení na ND (klimatizácia, osvetlenie) je popísaná v kapitolách PpBS 6. 4. 3 [14] a 6. 7. 4. 2 [20].

#### **6.5.8.2.2.2 Odolnosť voči poruche zo spoločnej príčiny**

Odolnosť voči poruche zo straty napájania je zaistená redundanciou a oddeleným elektrickým napájaním PICS a SICS (viď [17], [42], [43]). Výpadok PICS v dôsledku softvérového zlyhania môže byť taktiež považovaný za poruchu zo spoločnej príčiny. V takomto prípade je na ND k dispozícii SICS pre bezpečné odstavenie a dochladenie bloku.

#### **6.5.8.2.2.3 Nezávislosť ND od BD**

V prípade použitia ND sa riadenie bloku musí prepnúť na ND. Obidva systémy PICS a SICS sa musia prepnúť osobitne.

Prepnutie sa vykonáva štyrmi uzamykateľnými prepínačmi, umiestnenými na ND. Každá redundancia bezpečnostných systémov sa prepína osobitným kľúčom a zvyšný kľúč prepína systémy nesúvisiace s bezpečnosťou.

### 6.5.8.3 BEZPEČNOSTNÉ HODNOTENIE

Bezpečnostné hodnotenie vykonávacieho projektu ND MO34 podľa požiadaviek na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich projektovaní uvedených v Prílohe č.3 časť A písm. K , Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z. z. je podľa odpovedajúcich odsekov predmetnej prílohy nasledovné:

*(4) Jadrové zariadenie sa musí projektovať tak, aby sa zabezpečila možnosť odstavenia a udržiavania jadrového zariadenia v bezpečnom stave, aj keď sa dozorňa stane nepoužiteľnou. Príslušné zariadenie, prednostne umiestnené v jednej miestnosti, musí byť fyzicky a funkčne oddelené od dozorne (ďalej len „núdzová dozorňa“).*

Hodnotenie

Na JE MO34 sú vybudované núdzové dozorne pre každý blok s obmedzeným rozsahom pre bezpečné odstavenie, dochladenie a udržiavanie bloku v studenom stave. Zariadenia ND sú umiestnené vo fyzicky a elektricky oddelenej miestnosti od BD.

Funkčne je ND oddelená od BD tak, že posádka BD musí po príchode na ND ručne aktivovať riadenie BD na paneloch SICS a na pracovných staniách operátorov. Ak sú PICS a SICS aktivované na ND, nie sú funkčné na BD (viď 6.5.8.1.1 a 6.5.8.1.5.2). Nezávislosť ND od BD je posúdená v odseku 6.5.8.2.2.3.

Pretože sú ND urobené ako samostatné dozorne, musia byť ako také posúdené aj podľa odsekov (2), (3), (5), (6) a (7) predmetnej prílohy. Bezpečnostné hodnotenia podľa uvedených odsekov sú nasledovné:

*(2) Dozorňa sa musí projektovať tak, aby z hľadiska ochrany zdravia zamestnancov pri práci umožňovala prístup, bezpečný a zdravotne vyhovujúci pobyt aj za havarijných podmienok. V projekte musia byť zahrnuté ergonomické princípy vrátane rozhrania človek – stroj.*

Hodnotenie

Systémy na zabezpečenie obývateľnosti dozorní sú súborom individuálnych systémov spoločne zabezpečujúcich funkcie pre obývateľnosť dozorní ako je tienie, pretlak, kúrenie, ventilácia, klimatizácia, filtrovanie vzduchu nasávaného ventilačným systémom a sanitárne podmienky nevyhnutné preto, aby personál mohol zotrvať v dozorniach, vykonávať činnosti pri normálnej prevádzke JE a udržať ju v bezpečných podmienkach pri havarijných situáciách. Tieto systémy sú zmienené v 6.5.8.1.6 a opísané v [14].

Dodržanie ergonomických princípov v projekte ND vrátane rozhrania človek – stroj je overené v jednotlivých odsekoch kapitoly 6.5.8.1 a v [13].

Prístup do ND za všetkých prevádzkových režimov je zaistený primeranou kvalifikáciou stavebného objektu, v ktorom sa ND nachádza (viď 6.5.8.1.3), nakoľko tento stavebný objekt je zaradený do seizmickej triedy 1a [12].

*(3) Projekt musí zabezpečiť identifikáciu vnútorných aj vonkajších udalostí priamo ohrozujúcich nepretržitú prevádzku dozorne a navrhnúť opatrenia na čo najúčinnejšie obmedzenie ich vplyvu.*

## Hodnotenie

Ochrana nepretržitej prevádzky ND pred nepriaznivými vplyvmi zemetrasenia, vetra a víchrice, ako aj letiacich predmetov je zaistená kvalifikáciou stavebného objektu, ktorého súčasťou je aj ND [12].

Ochrana pred vniknutím nebezpečných látok je zaistená pretlakovou ventiláciou a filtráciou vzduchu na ND. [14].

*(5) Dispozičné rozmiestnenie prístrojov a spôsob prezentácie informácií musia poskytovať primeraný celkový obraz o stave a prevádzkových charakteristikách jadrového zariadenia.*

## Hodnotenie

Dispozičné rozmiestnenie prístrojov a spôsob prezentácie informácií na paneloch SICS v ND, grafické vyhotovenie a manažment displejov PICS odpovedajú nárokom medzinárodne uznávaných štandardov a boli ergonomicky posúdené ako vyhovujúce v kapitole 5.6 PpBS [13] menovite v častiach 5.6.1.3.2 a 5.6.1.3.3 a poskytujú operátorom primeraný celkový obraz o stave a prevádzkových charakteristikách jadrového zariadenia.

*(6) Všetky zariadenia, ktoré sú potrebné v procese ručného ovládania, musia byť umiestnené na takom mieste, aby k nim bol možný prístup pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke, projektových haváriách a v primeranej miere aj počas vybraných ťažkých havárií.*

## Hodnotenie

Umiestnenie panelov SICS a pracovísk posádky na ND z hľadiska dostatočnej šírky priechodov ku nim pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke, projektových haváriách a v primeranej miere aj počas vybraných ťažkých havárií je posúdený v odseku 6.5.8.1.4 a vyhodnotený ako dostatočný, šírka všetkých priechodov na ND je primeraná.

*(7) Projekt musí obsahovať zariadenia, ktoré účinným spôsobom poskytnú vizuálne a zvukové indikácie stavu parametrov prevádzky, ktoré sa odchyľili od normálu a môžu mať vplyv na jadrovú bezpečnosť.*

## Hodnotenie

Na ND je nainštalovaný plne funkčný a ergonomicky vyhovujúci alarmový systém posúdený v odseku 6.5.8.1.5.7 a detailnejšie v príslušnej kapitole PpBS 5.6 [13] poskytujúci vizuálne a zvukové indikácie stavu parametrov prevádzky, ktoré sa odchyľili od normálu a môžu mať vplyv na jadrovú bezpečnosť a zabezpečuje požadovanú podporu operátorom na ND pri riadení bloku.

Celý projekt ND MO34 vychádza z konceptu podľa [49]. Na základe vyššie uvedených vyhodnotení konštatujeme, že vykonávací projekt ND na MO34 spĺňa všetky požiadavky na spoľahlivé a bezpečné riadenie blokov JE MO34 z ND v definovaných projektových režimoch.

Požiadavky Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z. z. [48] na blokové dozorne sú totožné s požiadavkami Vyhlášky ÚJD SR 50/2006 Z. z. [47]. Nová požiadavka podľa [48] Príloha 3, časť B, II., písm. I, (5) je splnená, nakoľko sa predpokladá, že systém PICS [42], do ktorého vstupujú aj signály zo SAMS, ostane funkčný aj pri ťažkej havárii.

Na základe vyššie uvedených tvrdení možno konštatovať, že vykonávací projekt ND MO34 vyhovuje požiadavkám najnovšej Vyhlášky ÚJD SR 430/2011 Z. z.



## LITERATÚRA

- [1] DIN 19235 "Measurement and control; signalling of operating conditions", 1.3.1985
- [2] Filo, J. a kol. "Správa o periodickom hodnotení jadrovej bezpečnosti 1. a 2. bloku JE Mochovce", VUJE, 30.11.2008
- [3] IEC60073, "Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators", máj 2002
- [4] ISO 11064-4, "Ergonomic design of control centers, part 4", 2000,
- [5] KTA3501 „Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems“, jún 1985
- [6] Princípy rozhrania človek-stroj pre blokovú a núdzovú dozornú JE MO34
- [7] ESCAPE ROUTES AND FIRE FIGHTING EQUIPMENTS AT LEVEL +9,60
- [8] ARTIFICIAL LIGHTING AND SOCKETS PLAN\_ARCHITECTURAL PART
- [9] RRCS - zařízení pro blokovou dozornu
- [10] Kapitola 05.02 Splnenie projektových požiadaviek, kritérií a cieľov
- [11] Kapitola 05.03 Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [12] Kapitola 05.04 Stavby a stavebné konštrukcie
- [13] Kapitola 05.06 Ľudské faktory centier riadenia a ovládania
- [14] Kapitola 06.04.03 Systémy na zabezpečenie obývateľnosti dozorní a riadiacich stredísk
- [15] Kapitola 06.05.05. 02 Bezpečnostný informačný a riadiaci systém – SICS
- [16] Chapter 06.05.04.01 PAMS/QDS
- [17] Kapitola 06.05.05.01 Počítačový informačný a riadiaci systém - PICS
- [18] Kapitola 06.05.07 Bloková dozorná
- [19] Kapitola 06.07.04.01 Komunikačné a dátové systémy
- [20] Kapitola 06.07.04.02 Osvetlenie
- [21] Kapitola 06.05.09 Havarijné podporné strediská - HPS
- [22] ACTUATING. ANNUNCIATION AND INDICATION PRINCIPLES
- [23] Konceptia riadenia aktuátora
- [24] ALARM CONCEPT FOR TXS BASED SYSTEMS
- [25] Všeobecná koncepcia havarijnej signalizácie
- [26] Konceptia automatizácie
- [27] COLOR CONCEPT FOR PLANT AND PROCESS DISPLAYS
- [28] Konceptia regulácie s uzavretou slučkou
- [29] Blokády medzi HMI (Rozhranie človek-stroj PICS, SICS, MCR, ECR, ovládanie z miesta)
- [30] OPERATOR LOGIN AND OPERATIONAL AREAS WITHIN OM 690
- [31] Rozhranie priority riadenia pohonu
- [32] CONTROL ROOM LAYOUT (OVERALL)
- [33] Usporiadanie skriň

- [34] Koncept projektu pre obrazovky PICS systémov RPS, RLS, PAMS/SAMS
- [35] Koncept riešenia panelu ochrán reaktora
- [36] SYSTEMOVA SPECIFIKACIA PAMS/SAMS
- [37] DESIGNING OF PROCESS DISPLAYS FOR OM690
- [38] DESIGNING PLANT DISPLAYS FOR OM690
- [39] ECR SICS PANEL UNIT 3
- [40] MCR SICS PANEL UNIT 3
- [41] PAMS/SAMS. PICS SCREEN LAYOUT
- [42] POPIS SKR SYSTÉMU PICS
- [43] POPIS SYSTÉMU SICS
- [44] PRIORITY AND ACTUATOR CONTROL CONCEPT
- [45] SICS PANELS LAYOUT
- [46] Usporiadanie komponentov na pultoch v blokovej dozorni
- [47] Vyhláška ÚJD SR č. 50/2006 Z. z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [48] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť v znení neskorších predpisov
- [49] Podrobný bezpečnostný koncept, Koncept ovládania bloku z BD, ND a ostatných dozorní – Technická správa