

## Technická správa

## Predprevádzková bezpečnostná správa

## Kapitola 06.05.04.01 Pohavarijný monitorovací systém - PAMS/QDS

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

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

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

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

|                                                                                     |              |                                                |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                    |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| SE Rev                                                                              | Date / Dátum | LC                                             | IS | Supervision Outcome / Stav schválenia                                                                                                                                                                                                                                                               | Supervised by / Overil   | Checked by / Kontroloval           | Approved by / Schválil      |
|   |              |                                                |    | Language / Jazyk                                                                                                                                                                                                                                                                                    | S                        | Safety Class / Bezpečnostná trieda | 2                           |
|                                                                                     |              |                                                |    | Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:                                                                                                                                                                                                                                                | Approval / Schválenie    | x                                  | SEC. INDEX / INDEX utajenia |
|                                                                                     |              |                                                |    | Information Only / Len na informáciu<br><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: 08             |    | Size / Veľkosť                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Activity Code / Aktivita | Type / Subtype Typ / Podtyp        | Discipline / Profesia       |
| File name / Názov súboru:                                                           |              | SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361054 |    | A4                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6.01                     | RS                                 | 8                           |
|  |              |                                                |    | Sheet / List                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Of / z                   | Plant System / Systém elektrárne   | Component / Komponent       |
|                                                                                     |              |                                                |    | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 19                       | 3(4).10.01                         |                             |

|                                                               |   |             |                            |                                                   |              |                    |  |
|---------------------------------------------------------------|---|-------------|----------------------------|---------------------------------------------------|--------------|--------------------|--|
| SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952                 |   |             |                            | VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09 |              |                    |  |
| Part name / Označenie časti: PNM3436105408_S_C00_V            |   |             |                            | Issued on / Vydané dňa: 25.07.2019                |              |                    |  |
| 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.                | 0560                                              | 25.07.2019   |                    |  |
| Co-author / Spolupracoval:                                    |   |             |                            |                                                   |              |                    |  |
| Checked by / Kontroloval:                                     |   |             | VUJE, a. s.                | 0520                                              | 25.07.2019   |                    |  |
| Verified by / Overil:                                         |   |             | VUJE, a. s.                | 0720                                              | 25.07.2019   |                    |  |
| Approved by / Schválil:                                       |   |             | VUJE, a. s.                | 1703                                              | 25.07.2019   |                    |  |

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

## List of document part

## Zoznam častí dokumentu

| Por.<br>č.<br>No. | Názov dokumentu<br>Document name                                                    | Ev. č. súboru časti dokumentu /<br>File ref. No. of document part | Číslo revízie /<br>Revision No. |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1.                | • Kapitola 06.05.04.01 Pohavarijný monitorovací systém -<br>PAMS/QDS - Titulný list | • PNM3436105408_S_C00_V                                           | • 08                            |
| 2.                | • Kapitola 06.05.04.01 Pohavarijný monitorovací systém -<br>PAMS/QDS - Textová časť | • PNM3436105408_S_C01_V                                           | • 08                            |
| 3.                | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |
| 4.                | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |
| 5.                | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |
| 6.                | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |
| 7.                | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |
| 8.                | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |
| 9.                | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |
| 10.               | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |
| 11.               | •                                                                                   | •                                                                 | •                               |

## OBSAH

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| OBSAH.....                                                   | 4  |
| ÚVOD.....                                                    | 5  |
| ZOZNAM SKRATIEK .....                                        | 6  |
| 6.5.4.1 POHAVARIJNÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM - PAMS/QDS .....     | 7  |
| 6.5.4.1.1 POPIS SYSTÉMU .....                                | 7  |
| 6.5.4.1.1.1 Účel systému.....                                | 7  |
| 6.5.4.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti .....              | 7  |
| 6.5.4.1.1.2.1 Bezpečnostné funkcie.....                      | 7  |
| 6.5.4.1.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia .....    | 8  |
| 6.5.4.1.1.2.3 Popis systému .....                            | 8  |
| 6.5.4.1.1.2.4 Bezpečnostné funkcie systému .....             | 8  |
| 6.5.4.1.1.2.5 Elektrické napájanie.....                      | 8  |
| 6.5.4.1.1.2.5.1 Napájanie systémových zariadení .....        | 9  |
| 6.5.4.1.1.2.5.2 Napájanie nesystémových zariadení.....       | 9  |
| 6.5.4.1.1.3 Činnosť obsluhy.....                             | 9  |
| 6.5.4.1.1.4 Popis prevádzkových stavov.....                  | 9  |
| 6.5.4.1.1.5 Popis projektu.....                              | 9  |
| 6.5.4.1.1.5.1 Dispozičné riešenie.....                       | 9  |
| 6.5.4.1.1.5.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky ..... | 9  |
| 6.5.4.1.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU.....                  | 10 |
| 6.5.4.1.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia.....            | 10 |
| 6.5.4.1.2.2 Seizmická odolnosť .....                         | 11 |
| 6.5.4.1.2.3 Princípy bezpečného projektovania.....           | 11 |
| 6.5.4.1.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy .....            | 11 |
| 6.5.4.1.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.....   | 11 |
| 6.5.4.1.2.3.2.1 Diverzita.....                               | 11 |
| 6.5.4.1.2.3.2.2 Oddelenie.....                               | 11 |
| 6.5.4.1.2.3.3 Kritérium bezpečnej poruchy.....               | 12 |
| 6.5.4.1.2.3.4 Analýza spoľahlivosti .....                    | 12 |
| 6.5.4.1.2.3.5 Kvalifikácia systému.....                      | 12 |
| 6.5.4.1.2.3.6 Zabezpečenie kvality softvéru .....            | 12 |
| 6.5.4.1.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE.....                      | 13 |
| LITERATÚRA .....                                             | 17 |
| ZOZNAM OBRÁZKOV .....                                        | 19 |
| ZOZNAM TABULIEK .....                                        | 19 |

## ÚVOD

Kapitola PpBS 6.5.4.1 je vypracovaná v súlade so súvisiacou legislatívou [II.1], [II.6], [II.8], [II.20] a [II.22].

Pri vypracovaní kapitoly 6.5.4.1 PpBS boli rešpektované pripomienky uvedené v [II.21].

Kapitola 6.5.4.1 Predprevádzkovej bezpečnostnej správy JE MO34 popisuje a z bezpečnostného hľadiska hodnotí systém PAMS 3. a 4. bloku jadrovej elektrárne Mochovce na základe dostupných podkladov a legislatívnych dokumentov.

Dokumenty vykonávacieho projektu použité k vypracovaniu tejto bezpečnostnej správy uvádzajú ako zdroj vyhlášku ÚJD SR č. 50/2006 Z. z.

Dokumenty vykonávacieho projektu použité k vypracovaniu tejto bezpečnostnej správy uvádzajú ako zdroj vyhlášku ÚJD SR 56/2006 Z. z.

**ZOZNAM SKRATIEK**

|        |                                            |
|--------|--------------------------------------------|
| AE     | Atómová elektrárň                          |
| APU    | Zberná a spracovateľská jednotka           |
| AZ     | Aktívna zóna reaktora                      |
| BD     | Bloková dozorňa                            |
| BF     | Bezpečnostná funkcia                       |
| DPS    | Dielčí prevádzkový súbor                   |
| EXCORE | Systém merania neutrónového toku mimo AZ   |
| GW     | Gateway                                    |
| HCMS   | Systém merania koncentrácie vodíka         |
| HZ     | Hermetická zóna                            |
| IAEA   | Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu  |
| LOCA   | Havária so stratou chladiva                |
| MSI    | Monitorovacie a servisné rozhranie         |
| ND     | Núdzová dozorňa                            |
| PAMS   | Pohavarijný monitorovací systém            |
| PCS    | Riadiaci systém elektrárne                 |
| PICS   | Počítačový informačno riadiaci systém      |
| PLKVZ  | Plán kvality vybraných zariadení           |
| PpBS   | Predprevádzková bezpečnostná správa        |
| PRNS   | Predpisy pre riešenie núdzových stavov     |
| PS     | Prevádzkový súbor                          |
| QDS    | Kvalifikovaný zobrazovací systém           |
| RLS    | Systém pre obmedzenie výkonu reaktora      |
| RMS    | Radiačný monitorovací systém               |
| RPS    | Systém ochrany reaktora                    |
| RVLM   | Meranie hladiny v tlakovej nádobe reaktora |
| SAMS   | Systém pre riadenie ťažkých havárií        |
| SC     | Úprava signálu                             |
| SICS   | Bezpečnostný informačný a kontrolný systém |
| SKR    | Systém kontroly a riadenia                 |
| SMS    | Seizmický monitorovací systém              |
| SU     | Servisná jednotka                          |
| SZN    | Systém zaisteného napájania                |
| TNR    | Tlaková nádoba reaktora                    |
| TXS    | TELEPERM XS                                |
| ÚJD SR | Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky |
| ÚP     | Úvodný projekt                             |
| VP     | Vykonávací projekt                         |

#### **6.5.4.1 POHAVARIJNÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM - PAMS/QDS**

##### **6.5.4.1.1 POPIS SYSTÉMU**

###### **6.5.4.1.1.1 Účel systému**

Zariadenia PAMS predstavujú súbor nezávislých meracích obvodov určených pre monitorovanie dôležitých parametrov bloku a vykonávania bezpečnostných funkcií AE v stavoch projektovej havárie.

###### **6.5.4.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti**

Systém PAMS monitoruje, či sú úspešne vykonávané bezpečnostné funkcie elektrárne.

–

Systém PAMS je funkčne rozdelený do kategórií 1, 2 a 3 podľa [II.14] a nasledujúcich požiadaviek uvedených v [II.23], [II.7], [II.11], [II.12], [II.16] a [II.21] a jeho koncepcia je opísaná nižšie.

PAMS vykonáva zber, spracovanie a zobrazovanie premenných kategórie 1 a vybraných premenných kategórie 2 za účelom:

- poskytnutia informácií, či bezpečnostné systémy a systémy dôležité pre bezpečnosť správne vykonávajú svoju funkciu,
- poskytnutia informácií na zavedenie stratégií popísaných v postupoch PRNS,
- poskytnutie informácie o porušení alebo stanovenie potenciálu porušenia bariér (palivo, primárny okruh, HZ),
- zmiernenia následkov havárie,
- dlhodobého monitorovanie pohavarijného stavu elektrárne.

Veličiny kategórie 3 sa získavajú a spracúvajú v PCS a zobrazuje ich PICS. Zber, spracovanie a zobrazovanie signálov rôznych kategórií je znázornené v: .

###### **Rozhranie medzi PAMS a ostatnými systémami**

PAMS zhromažďuje len signály premenných kategórií 1 a 2. Signály premenných kategórie 3 zhromažďuje PICS.

Podrobný zoznam vstupných signálov PAMS sa nachádza v [I.4].

Všetky vstupné signály sú prijímané cez ranžirovaciu skriňu, elektricky oddelené a rozdeľované do rôznych systémov SKR a APU PAMS.

Podrobný zoznam výstupných signálov PAMS sa nachádza [I.3].

###### **6.5.4.1.1.2.1 Bezpečnostné funkcie**

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z. z. Príloha č.1, dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS plní systém nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- zariadenia nevyhnutné z hľadiska plnenia bezpečnostných funkcií na dodávku energií alebo na riadenie ostatných komponentov a sú určené pre prevádzku v prostredí, ktoré vznikne po havárii so stratou chladiva z chladiaceho okruhu jadrového reaktora alebo po havárii s prasknutím vysokoenergetických potrubí.

Prístrojové vybavenie PAMS slúži na prevenciu a zmiernenie malých únikov rádioaktivity alebo malých poškodení paliva v rozsahu danom projektom JE.

#### **6.5.4.1.1.2.2 Bezpečnostná a seizmická klasifikácia**

Predmetné zariadenia systému PAMS sú v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z. z. zaradené medzi vybrané zariadenia s bezpečnostnou triedou BT II a BT III.

U zariadení PAMS je požadovaná seizmická odolnosť na zachovanie úplnej funkčnosti do maximálneho projektového zemetrasenia stupňa SL-2.

#### **6.5.4.1.1.2.3 Popis systému**

Požiadavky na projekt PAMS vychádzajú z bezpečnostného konceptu [III.1] a Dodatku k ÚP č. 0034 [I.13]. Tento dodatok je v plnom rozsahu implementovaný do VP [I.2], [I.3], [I.4] a [I.5].

PAMS zabezpečuje monitorovanie, archiváciu a zobrazenie vybraných parametrov elektrárne pre účely monitorovania projektových havárií počas a po ukončení projektových havárií.

PAMS poskytuje zhromaždené parametre ostatným systémom formou pevne predrôtovaných elektrických signálov a PICS formou digitalizovaných signálov prostredníctvom MSI a gateways. Parametre sú zobrazované na kategorizovaných zobrazovacích jednotkách PAMS v BD a ND. Na zobrazovanie sú použité QDS a pevne predrôtované ukazovatele umiestnené na paneli PAMS (ktorý je súčasťou SICS).

Zariadenia PAMS obsahujú komponenty hardvéru, ako aj softvérové nástroje na technickú podporu, diagnostiku, údržbu a servis.

#### **6.5.4.1.1.2.4 Bezpečnostné funkcie systému**

PAMS plní bezpečnostnú funkciu „monitorovanie stavu bloku a technológie“ prostredníctvom merania teploty, tlaku tlakovej diferencie, hladiny, prietoku, koncentrácie H<sub>2</sub>, radiačnej záťaže a parametrov zdrojov elektrického napájania.

Bezpečnostnú funkciu „monitorovania únikov“ PAMS plní prostredníctvom merania aktivity v HZ a aktivity výpustí do okolia JE a meraním meteorologických parametrov lokality JE.

#### **6.5.4.1.1.2.5 Elektrické napájanie**

Celková koncepcia riešenia el. časti a napájania vlastnej spotreby je popísaná v kapitole PpBS 06.06. – Elektrické napájanie [I.28]. V [I.28] sú definované:

- Spoločné a základné princípy riešenia rozvodov vlastnej spotreby JE
- Požiadavky elektrických spotrebičov na napájanie (popis jednotlivých údajov a hodnôt)
- Popis schémy napájania vlastnej spotreby elektro JE - zdroju a rozvodné siete vlastnej spotreby

Celková koncepcia riešenia napájania SKR je zrejmá z [I.29].



Napájanie je navrhnuté s dvojnásobnou redundanciou pre každú systémovú časť systému PAMS.

#### **6.5.4.1.1.3 Činnosť obsluhy**

Obsluhu PAMS vykonáva prevádzkový personál na základe prístupového kódu kontrolovaného jednotkou SU.

Činnosť obsluhy PAMS počas normálnej prevádzky pozostáva z pozorovania údajov, prehliadok a periodického testovania v termínoch určených príslušným prevádzkovým predpisom. V prípade vzniku poruchy PAMS, obsluha vyvolá zásah údržby.

V režime projektových havárií činnosť obsluhy PAMS pozostáva z pozorovania bezpečnostných panelov a potvrdzovania alarmov.

#### **6.5.4.1.1.4 Popis prevádzkových stavov**

V normálnych podmienkach v prevádzkových režimoch 1 až 7 a v abnormálnych podmienkach je úlohou systému PAMS podieľať sa na získavaní informácií o stave technológie bloku JE a kontrolovať zachovanie vlastnej prevádzkyschopnosti.

V havarijných podmienkach je úlohou systému PAMS, poskytovať operatívne personálu informácie o stave bloku JE a technologické parametre vybraných systémov za účelom implementácie stratégií obsiahnutých v predpisoch PRNS.

PAMS neobsahuje žiadnu funkciu priameho riadenia [I.3].

#### **6.5.4.1.1.5 Popis projektu**

##### **6.5.4.1.1.5.1 Dispozičné riešenie**

Skrine PAMS sú rozmiestnené do jednotlivých systémových miestností.

##### **6.5.4.1.1.5.2 Štruktúra systému a jeho charakteristiky**

Vo vnútri PAMS sa používajú dva odlišné typy sieťových spojení.

#### **Archivácia**

PAMS archivuje namerané údaje a signály PAMS.

#### 6.5.4.1.2 TECHNICKÉ HODNOTENIE SYSTÉMU

##### 6.5.4.1.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

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

Pre PAMS vyhláška 50/2006 Z. z. v Prílohe č. 3 časť B, I., písmeno L stanovuje nasledovné všeobecné požiadavky:

- (5) Ak je riadiaci systém alebo bezpečnostný systém závisí od spoľahlivosti počítačového systému, musia sa stanoviť a uplatniť špecifické kritériá kvality a postupy vývoja, dodávky a skúšanie technického a predovšetkým programového vybavenia počítačového systému počas životnosti riadiaceho systému a bezpečnostného systému.
- (6) Úroveň požadovanej spoľahlivosti počítačového systému musí byť primeraná jeho bezpečnostnej dôležitosti. Úroveň spoľahlivosti sa musí dosiahnuť komplexnou stratégiou, pri ktorej sa používajú vzájomne sa dopĺňajúce prostriedky v každej fáze vývoja procesu, so zohľadnením efektívnej metódy analýz a testovania, ale aj stratégie validácie s cieľom potvrdenia požiadaviek na projekt.
- (8) Proces vývoja počítačového systému, bezpečnostného systému alebo riadiaceho systému sa musí dokumentovať a kontrolovať, pričom sa musí umožniť jeho spätné preskúmanie, vrátane jeho skúšania a spúšťania ako aj projektových zmien týchto systémov.
- (9) Počítačový systém bezpečnostného systému alebo riadiaceho systému s vplyvom na jadrovú bezpečnosť musí byť kvalifikovaný.
- (11) Bezpečnostné systémy a riadiace systémy musia byť oddelené, aby porucha riadiacich systémov neovplyvnila bezpečnostné funkcie. Ak to nie je možné, funkčne nutné a účelné spojenie bezpečnostných a riadiacich systémov sa musí obmedziť natoľko, aby bezpečnostná funkcia nebola ovplyvnená.
- (16) Riadiace systémy sa musia projektovať tak, aby poskytovali požadované signály o odchýlkach dôležitých prevádzkových parametrov a procesov od prípustných medzí. Riadiace systémy musia byť vybavené prístrojmi, aby mohli sledovať, merať, registrovať a ovládať hodnoty a systémy dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti pri normálnej a abnormálnej prevádzke.
- (18) Ukazovacie, signalizačné a ovládacie prístroje sa musia projektovať a rozmiestňovať tak, aby mali zamestnanci stále dostatok informácií o prevádzke a mohli v prípade potreby operatívne zasiahnuť.
- (19) Meracie, ukazovacie, signalizačné a zapisovacie prístroje sa musia projektovať tak, aby v prípade udalostí poskytovali
  - a) údaje o okamžitom stave,
  - b) základné informácie o priebehu udalostí a ich záznam,
  - c) údaje umožňujúce charakterizovať šírenie rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia do pracovného prostredia a do životného prostredia.

Požiadavky na vybrané zariadenia uvedené v PLKVZ [I.12] v plnej miere splnené v projekte PAMS [I.2]. Tieto dokumenty špecifikujú projektové kritériá, procesy, postupy, pomôcky a zdroje, ktoré sú použité dodávateľom za účelom splnenia požiadaviek na bezpečnosť a kvalitu.

V súlade s požiadavkami Prílohy č. 4 vyhlášky [II.23] a metodiky [I.24] bol vytvorený plán kvality pre systém PAMS. Dodávateľ systému aplikoval certifikovaný systém kvality počas celého výrobného cyklu [I.16], [I.17] a [I.18]. V pláne kvality boli vypracované požiadavky zaistenia kvality systému PAMS v etape prípravy výroby, dopravy a skladovania, montáže a uvádzania do prevádzky, prevádzky a údržby. Dodávateľ postupoval v zmysle požiadaviek plánu kvality počas implementácie systému [I.12].

Na záver bol vypracovaný program FAT pre skúšky PAMS/SAMS [I.23] v súlade s požiadavkami Prílohy č. 4 vyhlášky [II.23].

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

#### **6.5.4.1.2.2 Seizmická odolnosť**

Požiadavky na seizmickú odolnosť PAMS sú splnené.

#### **6.5.4.1.2.3 Princípy bezpečného projektovania**

##### **6.5.4.1.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy**

Kritérium jednoduchej poruchy je splnené aj v prípade straty BD. PAMS je navrhnutý ako redundantný systém s QDS pre každú redundanciu (v časti meranie, spracovanie dát a zobrazenie) v oboch dozorniach (BD a ND).

Napájanie je navrhnuté s dvojnásobnou redundanciou pre každú systémovú časť.

##### **6.5.4.1.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou**

Odolnosť voči poruche so spoločnou príčinou meracích obvodov systému PAMS je riešená fyzickým oddelením medzi redundanciami. Navyše, v každej redundancii je zabezpečené oddelenie kvalifikovaných meracích obvodov od nekvalifikovaných prevádzkových obvodov vhodným technickým riešením (napr. protipožiarne káble, kvalifikácia na podmienky prostredia).

##### **6.5.4.1.2.3.2.1 Diverzita**

Pre PAMS nie je požadovaná diverzita.

##### **6.5.4.1.2.3.2.2 Oddelenie**

Jednotka PAMS je nezávislá od sledovaných prevádzkových systémov. Môže preto pokračovať vo vykonávaní funkcií nielen počas špecifikovanej normálnej prevádzky a predpokladaných udalostí v prevádzke, ale aj počas projektovej havárie.

Akékoľvek signály z PAMS, používané pre ostatné automatizované systémy, sú oddelené od prepätí, ktoré je možné očakávať z externých systémov, a prenášajú sa bez akéhokoľvek vzájomného pôsobenia vodičmi alebo zbernicou.

Systém PAMS je nezávislý systém od iných systémov v oblasti zberu, spracovania, zobrazenia a archivácie údajov. Zariadenia PAMS napojené do PICS (GW, MSI a SU) sú spoločné pre PAMS a SAMS.

Aby sa obmedzili možné následky poruchy postihnutej redundancie (napr. požiaru v jednej redundancii), sú implementované tri redundantné jednotky PAMS. Každá redundancia je inštalovaná v oddelenej miestnosti. Redundantné reťazce systému PAMS sú fyzicky a elektricky nezávislé. Podrobnejšie informácie týkajúce sa oddelenia systému PAMS od ostatných systémov sú uvedené v [I.2].

#### **6.5.4.1.2.3.3 Kritérium bezpečnej poruchy**

Plnenie kritéria systémom PAMS nie je požadované.

#### **6.5.4.1.2.3.4 Analýza spoľahlivosti**

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

- A. Dodávateľ používa certifikovaný systém kvality v priebehu celého životného cyklu systému [I.16], [I.17] a [I.18].
- B. Dodávateľ sa pri realizácii systému riadil požiadavkami plánu kvality [I.12].
- C. Pri návrhu systému dodávateľ použil metódy a princípy požadované v [I.12] zvyšujúce spoľahlivosť systému a odolnosť voči chybám:
  - odolnosť voči jednoduchej poruche je riešené redundantným usporiadaním častí systému PAMS vid'. kap.6.5.4.1.2.3.1.
  - fyzickým oddelením kvalifikovaných meracích obvodov od nekvalifikovaných prevádzkových obvodov je riešená odolnosť voči poruche so spoločnou príčinou.
  - Oddelením PAMS od prevádzkových systémov je zabezpečená nezávislosť systému PAMS.
  - Redundantné meracie reťazce systému PAMS sú fyzicky a elektricky nezávislé.

Spôsob vykonania analýzy spoľahlivosti zariadení PAMS je popísaný v kap. 8 dokumentu [I.14]. Spoľahlivosť QDS je zaistená riešením zodpovedajúcim požiadavkám [II.18] a [II.11].

Spoľahlivosť systému PAMS nie je v rámci PSA samostatne hodnotená v [I.19], ale táto nemá vplyv na bezpečnostný cieľ podľa [I.19]. V tomto dokumente je stanovené, že sumárna frekvencia tavenia aktívnej zóny reaktora vplyvom vnútorných a vonkajších iniciačných udalostí je  $1,00E-05$  pre nové jadrové bloky. Výsledky uvedené v PpBS kap. 07.03 [I.20] - „Pravdepodobnostné analýzy“ demonštrujú splnenie tohto cieľa s dostatočnou rezervou.

#### **6.5.4.1.2.3.5 Kvalifikácia systému**

Požiadavky na kvalifikáciu PAMS stanovené v [I.2] sú splnené a preukázané skúškami vykonanými v súlade s [I.23].

#### **6.5.4.1.2.3.6 Zabezpečenie kvality softvéru**

SW systému spĺňa požiadavky zadania uvedeného v [I.5] a [I.2]. Splnenie požiadaviek SW potvrdzuje [I.6].

Softvér zariadení PAMS bol vyvinutý podľa plánu zabezpečenia kvality jadrových technických zariadení v súlade s normou [II.18]. Nástroje zariadení PAMS boli vyvinuté v súlade s [II.19].

### 6.5.4.1.3 BEZPEČNOSTNÉ ZHODNOTENIE

Všeobecné požiadavky Prílohy č. 3 časť B, I., písmeno L vyhlášky ÚJD SR 50/2006 Z. z. uvedené v kapitole 6.5.4.1.2.1 sú plnené nasledovne:

#### L. Bezpečnostné systémy a riadiace systémy

- (5) Ak je riadiaci systém alebo bezpečnostný systém závislý od spoľahlivosti počítačového systému, musia sa ustanoviť a uplatniť špecifické kritériá kvality a postupy vývoja, dodávka a skúšanie technického a predovšetkým programového vybavenia počítačového systému počas životnosti riadiaceho systému a bezpečnostného systému.

Splnené: Systém využíva platformu, ktorá bola realizovaná s uplatnením stanovených požiadaviek pri vývoji, projektovaní a výrobe.

Relevantné dokumenty: [I.2], [I.6] - SW;

[I.7], [I.11] - HW;

[I.6]; [I.11]; [I.13]; [I.15] – požiadavky odberateľa;

[I.12]; [I.26] – zaistenie kvality;

[I.14] – analýza vhodnosti platformy.

- (6) Úroveň požadovanej spoľahlivosti počítačového systému musí byť primeraná jeho bezpečnostnej dôležitosti. Úroveň spoľahlivosti sa musí dosiahnuť komplexnou stratégiou, pri ktorej sa používajú vzájomne sa dopĺňajúce prostriedky v každej fáze vývoja procesu, so zohľadnením efektívnej metódy analýz a testovania, ale aj stratégie validácie s cieľom potvrdenia požiadaviek na projekt.

Splnené: Vo fáze vývoja boli použité metódy V&V software a technické prostriedky pre demonštrovanie súladu s požiadavkami na zariadenie.

Relevantné dokumenty: [I.2], [I.6] - SW;

[I.7], [I.11] - HW;

[I.6], [I.11], [I.13], [I.15] – požiadavky odberateľa;

[I.12], [I.26] – zaistenie kvality;

[I.14] – analýza vhodnosti platformy.

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

Splnené: Vývojový proces systému PAMS/QDS je dokumentovaný pre všetky fázy cyklu životnosti (skúšky vo výrobnom závode, FAT skúšky, skúšky pri spúšťaní na stavbe).

Relevantné dokumenty: [I.6] – revízia VP – SW;

[I.11] – revízia VP – HW;

[I.12] – plán kvality VZ PAMS;

[I.26] – program riadenia kvality AREVA.

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

Splnené: Počítačový systém platformy TELEPARM XS I&C a QDS sú kvalifikované pre JE EMO.

Relevantné dokumenty: [I.12] – plán kvality VZ PAMS – výrobná fáza;

[I.26] – program riadenia kvality AREVA;

[I.13]; [I.15] – dodatky k ÚP;

[I.14] – analýza vhodnosti platformy.

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

Splnené: Systém PAMS/QDS je oddelený od iných systémov, v časti spoločnej so systémom SAMS/QDS, nedochádza pri poruche k vzájomnému ovplyvňovaniu bezpečnostných funkcií.

Relevantné dokumenty: [I.2] – systémová špecifikácia.

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

Splnené: PAMS/QDS poskytuje signály požadované pre monitorovanie priebehu LOCA a uvedenie bloku JE do stabilného stavu.

Relevantné dokumenty: [I.3], [I.4] – vstupné a výstupné signály;

[I.2] – systémová špecifikácia;

[I.5] – špecifikácia funkcie;

[I.13], [I.15] – dodatky k ÚP.

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

Splnené: Systém PAMS/QDS má zobrazovaciu jednotku umiestnenú na paneli QDS v BD, kde sú zobrazované údaje prístupné operatívne personálu bloku JE.

Relevantné dokumenty: [I.2] – systémová špecifikácia;

[I.13] – dodatok ÚP.

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

a) údaje o okamžitom stave,

b) základné informácie o priebehu udalostí a ich záznam,

c) údaje umožňujúce charakterizovať šírenie rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia do pracovného prostredia a do životného prostredia.

Splnené: Prístroje PAMS/QDA spĺňajú požadované vlastnosti. Súpis vlastností je uvedený v projektovej dokumentácii.

Relevantné dokumenty: [I.2] – systémová špecifikácia;  
[I.3], [I.4] – vstupné a výstupné signály;  
[I.5] – špecifikácia funkcie;  
[I.6] – SW;  
[I.11] – HW.

Ďalšie všeobecné požiadavky vyplývajúce z Prílohy č. 3 [II.23]:

#### **A. Základné požiadavky na jadrovú bezpečnosť**

SW systému spĺňa požiadavky zadania uvedeného v [I.5] a [I.2]. Splnenie požiadaviek SW potvrdzuje [I.6].

HW systému spĺňa požiadavky zadania uvedeného v [I.7]. Splnenie požiadaviek HW potvrdzuje [I.11].

Požiadavky na PAMS vychádzajúce z bezpečnostného konceptu [III.1] a dodatku k ÚP č. 0034 [I.13] schváleného ÚJD SR sú zapracované do VP [I.2], [I.3], [I.4] a [I.5].

Systém spĺňa požiadavky zaistenia kvality uvedené v [I.12] a [I.26].

Projektové riešenie systému PAMS obsahuje požiadavky na kvalifikáciu zariadení tak, aby ich prevádzkyschopnosť bola zaručená po celú dobu projektovanej životnosti vrátane záťaže od okolitého prostredia počas projektovej udalosti. Pre niektoré merania PAMS, súvisiace s dlhodobým odvodom tepla v rámci riadenia ťažkých havárií, sa požaduje zachovanie prežiteľnosti / dostupnosti aj v podmienkach ťažkých havárií vzťahujúcich sa k neskorej etape ťažkej havárie berúc do úvahy umiestnenie zariadenia.

Požiadavky na redundanciu, diverzitu a oddelenie sú splnené ako je uvedené v 6.5.4.1.2.3.

Používanie spoločnej časti systémov PAMS a SAMS pripojenej do PICS (GW, MSI a SU) nespôsobuje obmedzenie ich bezpečnostnej funkcie zobrazenia na QDS alebo signalizácie na SICS paneloch. Uvedené vlastnosti systému sú potvrdené splnením požiadaviek, obsiahnutých v plánoch kvality.

#### **C. Ochrana do hĺbky**

Systém PAMS spĺňa požiadavky na zariadenie tretej a čiastočne štvrtej úrovne ochrany do hĺbky v spolupráci so systémom PCS pri riadení projektových havárií. Splnenie požiadaviek vyplýva z popisu systému v [I.2].

#### **D. Správna technická prax a prevádzkové skúsenosti**

Systém PAMS využíva platformu, ktorá je využívaná v systémoch PAMS na iných blokoch JE.

#### **I. Ochrana proti požiaru**

Systém PAMS využíva nehorľavé a oheň nešíriace materiály a požiarne odolné konštrukcie. Jeho komponenty sú inštalované v priestoroch s existujúcimi protipožiarňami a ochrannými systémami.

**K. Dozorne**

Panely systému PAMS na BD sú dostatočne redundantné.

**Záver**

Riešenie systému PAMS je v súlade s vyššie spomenutými požiadavkami na bezpečnostné funkcie a signály k nim určené sú vybrané v súlade s technologickým zadáním a výsledkami z T-H analýz. Na základe výsledkov popísaných v [I.6], [I.11] možno konštatovať, že všetky navrhované merania PAMS plnia svoju funkciu.

Spracovanie projektovej, technickej a bezpečnostnej dokumentácie, výroba a montáž sú vykonávané v zmysle [II.1], [II.5] a [II.7].

Pre vybrané zariadenia sú plány kvality vypracovávané projektantom v zmysle [II.5], ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách dokumentácie systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu jadrových zariadení, podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania.

Zariadenia systému PAMS spĺňajú všetky požiadavky na funkčnosť, výkonnosť, spoľahlivosť, odolnosť voči prostrediu, zaistenie kvality a riadenie kvality, ktoré sú stanovené [II.12] a súvisiacimi normami. Požiadavky na kvalifikáciu pozostávajú zo stanovenia kvalifikačných požiadaviek, preukázania a dokladovania plnenia kvalifikačných požiadaviek v zmysle príslušných plánov kvality. Dokladovanie funkčných vlastností a odolnosti voči prostrediu je preukázané výsledkami typových skúšok [I.14]. HW a SW sú kvalifikované v súlade s normami určenými pre digitálne SKR a v súlade s požiadavkami na kvalifikáciu podľa [II.14].

Kvalifikácia systému PAMS je tiež preukázaná na konkrétne podmienky prostredia v priestoroch MO34, v ktorých je systém umiestnený.

Systém riadenia konfigurácie [I.6], [I.11] je zosúladený so systémom zabezpečenia kvality.

Systém PAMS je schopný plniť v projekte požadované bezpečnostné funkcie vo všetkých uvažovaných režimoch vrátane podmienok projektovej havárie.



## LITERATÚRA

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

- [I.1] Zoznam pojmov a skratiek
- [I.2] Systémová špecifikácia PAMS/SAMS
- [I.3] Zoznam výstupných signálov PAMS/SAMS
- [I.4] Zoznam vstupných signálov PAMS/SAMS
- [I.5] PAMS/SAMS Špecifikácia funkcie SKR (Level 4)
- [I.6] PAMS/SAMS Správa o revízii vykonávacieho projektu (SW)
- [I.7] Špecifikácia pre dizajn hardvéru PAMS/SAMS
- [I.8] PCS pre NI. Zoznam ovládacích okruhov. ÚP MO34
- [I.9] PCS pre NI. Technická správa. ÚP MO34
- [I.10] Koncept EMC ÚP MO34 -
- [I.11] PAMS/SAMS Správa o revízii vykonávacieho projektu (HW)
- [I.12] Plán kvality vybraného zariadenia pre PAMS, výrobná fáza
- [I.13] Dodatek č. 0034 - Úprava PAMS/SAMS. DPS 3.10.01 PAMS Technická správa, WP 04.1 Revize a dopracování Úvodního projektu pro MO34
- [I.14] Generická analýza vhodnosti platformy
- [I.15] Dodatek č.0003, Charakteristiky prostředí, WP 04.1 Revize a dopracování Úvodního projektu pro MO34
- [I.16] Reference Quality Assurance Program for Units 3 and 4 in Mochovce NPP
- [I.17] Quality Management Program No.509 AREVA, QMP509
- [I.18] Quality records (Manufacturing) for "Main Safety I&C"
- [I.19] Požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia 3. a 4. bloku JE Mochovce ÚP MO34
- [I.20] Kapitola 07.03 Pravdepodobnostné analýzy
- [I.21] Description of the I&C system PICS
- [I.22] Consortium procedure – Load table
- [I.23] Program FAT P
- [I.24] Jednotné príprava a spracovanie plánov kvality, analýz vplyvov a revízie pôvodných IPZK vybraných zariadení JE MO34 - 2. etapa
- [I.25] Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť,
- [I.26] Program riadenia kvality č. 509 AREVA (QMP509)
- [I.27] TELEPERM XS Product Manuals

- [I.28] PpBS kapitola 06.06 Elektrické napájanie
- [I.29] I&C POWER SUPPLY - SINGLE LINE DIAGRAM
- [I.30] List of measurements and signals NI
- [I.31] Measurement list of C.I.

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

- [II.1] Zákon č. 541/2004 Z. z. Zákon o mierovom využívaní jadrovej energie
- [II.2] Zákon č. 124/2006 Z. z. Zákon o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci
- [II.3] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z. z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.4] Vyhláška ÚJD SR č. 52/2006 Z. z. Vyhláška o odbornej spôsobilosti
- [II.5] Vyhláška ÚJD SR č. 431/2011 Z. z. Vyhláška o systéme manažérstva kvality
- [II.6] Vyhláška 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 vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam.
- [II.7] Vyhláška MPSVAR SR č. 435/2012 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška č. 508/2009 Z. z.
- [II.8] Bezpečnostný návod ÚJD SR č. BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, Bratislava Január 2014
- [II.9] STN IEC 980 Odporúčané spôsoby overovania seizmickej spôsobilosti elektrického zariadenia bezpečnostného systému JE
- [II.10] STN IEC 60780 Jadrové elektrárne – Elektrické zariadenia bezpečnostného systému – Overenie spôsobilosti
- [II.11] STN IEC 61513 Jadrové elektrárne – systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť – Všeobecné požiadavky na systémy
- [II.12] STN IEC 61226 Jadrové elektrárne – Systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť – klasifikácia kontrolných a radiacích funkcií
- [II.13] IEC 62138 (2004-01) Jadrové elektrárne – inštrumentácia a riadenie dôležité pre bezpečnosť – SW hľadiská pre systémy využívajúce počítače vykonávajúce funkcie kategórií B alebo C.
- [II.14] U.S. NRC. RG. 1.97, Rev. 3 Instrumentation for light-water-cooled nuclear power plants to assess plant and environs conditions during and following an accident (05/83)
- [II.15] U.S. NRC. RG. 1.97, Rev. 4 Criteria for accident monitoring instrumentation for nuclear power plants (June 2006)
- [II.16] NS-G-1.6 Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants. IAEA Vienna, 2003
- [II.17] NS-R-1 Bezpečnosť jadrových elektrární: Požiadavky na projekt
- [II.18] IEC 60880 Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Software aspects for computer-based systems performing category A functions

- [II.19] IEC 60880-2 Software for computers important to safety for nuclear power plants - Part 2: Software aspects of defence against common cause failures, use of software tools and of pre-developed software
- [II.20] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Vienna, 5/2004
- [II.21] Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008
- [II.22] Bezpečnostný návod ÚJD SR č. BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, Bratislava 11/2008
- [II.23] Vyhláška ÚJD SR 50/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich umiestňovaní, projektovaní, výstavbe, uvádzaní do prevádzky, prevádzke, vyradovaní a pri uzatvorení úložiska, ako aj kritériá pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [II.24] Vyhláška ÚJD SR 56/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na dokumentáciu systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania

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

- [III.1] Pohavarijný monitorovací systém PAMS
- [III.2] Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried – textová časť
- [III.3] Priradenie systémov SKR do línií ochrany do hĺbky