

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG

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	II	SEC. INDEX / INDEX utajenia
				Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	x	Information Only / Len na informáciu	
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000				Revisoin index / Index revízie: 10	Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361046			A4	6.01	RS	Z
 * P N M 3 4 3 6 1 0 4 6 1 0 *					Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne
					1	16		Component / Komponent

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436104610_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 16.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE, a.s.	0520	16.07.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE, a.s.	0520	16.07.2019		
Verified by / Overil:			VUJE, a.s.	0720	16.07.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE, a.s.	1703	16.07.2019		

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

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

Revision record / Záznam o revízii

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

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG	• PNM3436104610_S_C00_V	• 10
2.	• Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG	• PNM3436104610_S_C01_V	• 10
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	5
6.4.5.2 Systém superhavarijného napájania PG.....	6
6.4.5.2.1 Opis systému SHN PG	6
6.4.5.2.1.1 Účel systému SHN PG	6
6.4.5.2.1.2 Popis projektu systému SHN PG a funkčnosti.....	6
6.4.5.2.1.2.1 Bezpečnostné funkcie vykonávané systémom SHN PG.....	7
6.4.5.2.1.2.2 Kategorizácia SHN PG do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie	7
6.4.5.2.1.2.3 Systémy podporujúce systém SHN PG	8
6.4.5.2.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém SHN PG.....	8
6.4.5.2.1.2.5 Elektrické napájanie	9
6.4.5.2.1.2.6 Systém kontroly a riadenia	9
6.4.5.2.1.3 Detailné prvky projektu systému SHN PG	9
6.4.5.2.1.3.1 Hlavné komponenty systému SHN PG	10
6.4.5.2.1.3.1.1 Superhavarijné napájacie čerpadlo.....	10
Havarijné zásobné nádrže demivody	10
6.4.5.2.1.3.2 Dispozičné riešenie systému SHN.....	10
6.4.5.2.1.4 Zásah prevádzkového personálu	10
6.4.5.2.1.5 Popis a princípy prevádzkových stavov	10
6.4.5.2.1.5.1 Normálna prevádzka JE	10
6.4.5.2.1.5.2 Abnormálna prevádzka a havarijné stavy JE	11
6.4.5.2.2 Technické hodnotenie systému SHN PG	11
6.4.5.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému SHN PG	11
6.4.5.2.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	11
6.4.5.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému SHN PG.....	12
6.4.5.2.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy	12
6.4.5.2.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	12
6.4.5.2.2.4 Spoľahlivosť systému	13
6.4.5.2.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému	13
6.4.5.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie.....	13
LITERATÚRA	16

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

APS	- Automatika postupného spúšťania
BD	- Bloková dozorňa
BDBA	- Nadprojektová havária (Beyond Design Basis Accident)
BNS	- Bezpečnostný návod ÚJD SR
BT	- Bezpečnostná trieda
DPS	- Dielčí prevádzkový súbor
EOP	- Havarijné prevádzkové predpisy (Emergency operational procedures)
EMO	- JE Mochovce
ENČ	- Hlavné napájacie čerpadlá
ESFAS	- Systém aktivácie technických prostriedkov zaistenia bezpečnosti (Engineered Safety Features Actuation System)
HNČ	- Havarijné napájacie čerpadlo
HVB	- Hlavný výrobný blok
HVS	- Horúca vetva slučky
I.O.	- Primárny okruh
II.O.	- Sekundárny okruh
LaP	- Limity a podmienky
LBQ	- Vykurovacia para NN
LOP	- Strata vonkajšieho napájania (Loss of OFF-site Power)
MO34	- JE Mochovce, Bloky 3 a 4
ND	- Núdzová dozorňa
NN	- Napájacia nádrž
PG	- Parogenerátor
PK	- Potrubný kanál, priestor v ktorom sú vedené potrubia spájajúce jednotlivé stavebné objekty
PKS	- Potrubný kanál seizmicky odolný
PpBS	- Predprevádzková bezpečnostná správa
PSA PG	- Prepúšťacia stanica do atmosféry na PG
RV	- Regulačný ventil
SHN	- Systém superhavarijného napájania
SHNČ	- Superhavarijné napájacie čerpadlo
SKR	- Systém kontroly a riadenia
SO	- Stavebný objekt
STD	- Sprievodná technická dokumentácia
THVS	- Teplota v horúcej vetve slučky
UA	- Uzatváracia armatúra
ÚJD SR	- Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
SZN	- Systém zaisteného napájania

6.4.5.2 Systém superhavarijného napájania PG

Kapitola PpBS 6.4.5.2 je vypracovaná v súlade s bezpečnostným návodom ÚJD SR BNS I.1.2/2008 [I.1], pričom bolo prihladené k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 [I.6] (v primeranom rozsahu).

Pri vypracovaní predmetnej kapitoly PpBS boli súčasne zohľadnené aj pripomienky k PBS uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008 [I.10].

6.4.5.2.1 Opis systému SHN PG

Systém superhavarijného napájania PG patrí medzi bezpečnostné systémy MO34 – aktívny bezpečnostný systém

6.4.5.2.1.1 Účel systému SHN PG

Účelom SHN je zabezpečiť dostatočné množstvo vody do PG, ktoré je potrebné na spoľahlivý odvod tepla z I.O. do II.O. (v parnom režime) v prípade, že toto nie sú schopné zabezpečiť iné systémy napájania, t. j. ENČ a HNČ.

Systém SHN dodáva vodu do PG v prípade havárie a v prípade zemetrasenia.

6.4.5.2.1.2 Popis projektu systému SHN PG a funkčnosti

Systém SHN je tvorený tromi úplne nezávislými, fyzicky oddelenými. redundanciami pre jeden reaktorový blok. Jedna redundancia je dostatočná na plnenie jej bezpečnostnej funkcie.

Každá redundancia SHN systému pozostáva z nasledujúcich zariadení:

- zásobná nádrž demivody
- sacie potrubie SHN a prepojenia nádrží
- havarijné napájacie čerpadlo
- elektromotor čerpadla
- výtlačné potrubie, drenážny a odvodušnovací systém
- potrubie minimálneho obtoku s ručnou uzatváracou armatúrou
- bajonetové spojky vrátane potrubí a ventilov pre doplnenie PG mobilnými čerpadlami
- bajonetové spojky vrátane potrubí a ventilov pre doplnenie zásobnej nádrže mobilnými čerpadlami
- napájanie so SZN
- inštrumentácia pre meranie, ovládanie a signalizáciu v rámci rozsahu SHN

Každé z SHN čerpadiel má sanie zaústené zo samostatnej a nezávislej zásobnej nádrže demivody. Výtlak každého SHNČ cez napájacie hlavy SHN je zaústený vždy do dvoch PG.

Sanie SHNČ je napojené na príslušnú zásobnú nádrž demivody sacím potrubím cez elektroarmatúry.

Výtlak SHNČ je napojený potrubím cez automatický recirkulačný 3-cestný ventil, meráciu clonu, regulačný ventil a elektroarmatúru na výtlačné kolektory SHNČ. Na každý výtlačný kolektor SHNČ sú pripojené vždy po dve napájacie trasy superhavarijného napájania vedené k jednotlivým PG. Na nich sa nachádzajú regulačné ventily, uzatváracie armatúry a spätné klapky.

Potrubie minimálneho obtoku SHNČ je cez automatický recirkulačný trojcestný mechanický ventil a ručnú uzatváraciu armatúru zaústené späť do príslušnej zásobnej nádrže demivody.

Tri zásobné nádrže sú použité na uskladnenie havarijnej zásoby demivody pre systémy SHN.

Výstupné kolektory z jednotlivých zásobných nádrží demivody sú osadené vždy dvojicou elektroarmatúr a zaústené do spoločného kolektora. Tento kolektor slúži ako sanie pre havarijné doplňovanie demivodou z napájacích nádrží, ktorý plní bezpečnostnú funkciu BT III. Počas normálnej prevádzky bloku môže byť otvorená iba jedna dvojica elektroarmatúr v rámci jednej redundancie na jednej z troch zásobných nádrží.

Na základe bezpečnostného opatrenia, ktoré bolo navrhnuté po udalosti Fukušima je každý systém SHN novo vybavený tromi bajonetovými spojkami (vrát. potrubia a ventilov) pre pripojenie mobilných čerpadiel. Tieto bajonetové spojky sú umiestené na vonkajšej stene budov SHN. Jedna je umiestená na trase výtlakov SHNČ za elektrickým ventilom (po prúde) , jedna na drenážnej trase nádrže demivody za armatúrou (po prúde) a jedna na trase doplňovania nádrží demivody za elektrickou armatúrou (po prúde). Tieto pripojenia môžu byť použité na plnenie PG mobilným čerpadlom, pre možnosť chladenia blokov počas neobmedzenej doby alebo pre doplňovanie zásobnej nádrže demivody mobilným čerpadlom. Bajonetová spojka na výtlakoch SHNČ je vybavená ručnou armatúrou a spätnou klapkou. Bajonetová spojka na drenážnom potrubí nádrže demivody je vybavená dvojicou ručných uzatváracích ventilov. Bajonetová spojka na trase doplňovania nádrží demivody je vybavená armatúrou a spätnou klapkou.

SHN systém je vybavený podporným systémom vonkajších potrubí DN150 na dodávku demineralizovanej vody, recirkulačným ohrevom systémom demineralizovanej vody v SHN nádržiach. Z dôvodu prevencie pred zamŕzaním demivody v zime, sú nádrže vybavené cirkulačným ohrevom. Ak teplota v zásobných nádržiach poklesne je nevyhnutné manuálne spustiť cirkulačné čerpadlo a tepelný výmenník demivody, ktorý je napájaný parou z kolektora 0,7 MPa. Teplota demivody v zásobných nádržiach je udržiavaná v rozsahu 10 - 40°C. Demivoda v zásobných nádržiach neklesá pod 20°C.

6.4.5.2.1.2.1 Bezpečnostné funkcie vykonávané systémom SHN PG

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom SHN PG v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.7] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť [I.1] schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [I.9] a taktiež kapitolou 05.03 tejto PpBS:

- 2e) odvod zostatkového tepla počas normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky a havarijných podmienok ak sa nevyskytla porucha integrity chladiaceho systému jadrového reaktora.

Riadenie a napájanie systému SHN PG je klasifikované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [I.7] a kap. 5.3 PpBS . V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.7] prílohy č. 1, bod II. Písmeno i) sú všetky hlavné aktívne súčasti systému SHN PG klasifikované do bezpečnostnej triedy BT II a plnia bezpečnostnú funkciu:

- 2i) zariadenie nevyhnutné z hľadiska plnenia bezpečnostných funkcií na dodávku energií alebo na riadenie ostatných komponentov zaradených do bezpečnostnej triedy I alebo II 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

6.4.5.2.1.2.2 Kategorizácia SHN PG do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Systém SHN PG je bezpečnostný systém klasifikovaný medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.7] a kap. 5.3 PpBS. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.7] a bodu II. e) prílohy č. 1 sú všetky komponenty systému SHN PG klasifikované do bezpečnostnej triedy BT II

Riadenie a napájanie systému SHN PG je klasifikované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [I.7] a kap. 5.3 PpBS. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.7] bod II.i) prílohy č. 1 sú všetky hlavné aktívne súčasti systému SHN PG sú klasifikované do bezpečnostnej triedy BT II.

Zariadenia systému SHN sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [I.7] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ [I.1] a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému SHN, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [I.11], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [I.8].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [I.3], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [I.3]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [I.3], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému SHN PG, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [I.7].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.4.5.2.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému SHN požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011** [I.3] (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

Systém SHN je projektovaný ako **seizmicky odolný** voči maximálnemu projektovému zemetraseniu a plní požiadavku na funkčnosť aktívnych komponentov počas a po seizmickej udalosti. Jeho seizmická kategória je 1a pre zariadenia a 1b pre potrubie.

Poznámka: Podporné systémy (dodávka demineralizovanej vody, systém vyhrievania a recirkulácie) nevykonávajú bezpečnostnú funkciu a preto nie sú seizmicky klasifikované ani bezpečnostne klasifikované podľa ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.7].

6.4.5.2.1.2.3 Systémy podporujúce systém SHN PG

- dodávka demivody
- systém recirkulačného ohrevu demivody v zásobných nádržiach SHN
- elektrické napájanie zariadenia systému SHN
- všetky meracie a riadiace obvody systému SKR ktoré prináležia k systému SHN
- seizmicky odolné kotviace prvky do stavby,
- seizmické z odolnenie budov a kanálov SHN
- mobilné cisterny s čerpadlami

6.4.5.2.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém SHN PG

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [I.3] a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.4.5.2.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému SHN, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [I.7], Príloha č. 3, v častiach:

- B/III/C - Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora

- B/II/H - Bezpečnostné systémy,

a sú uvedené v inej kapitole tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [I.3] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [I.7] pre vybrané zariadenia systému SHN (vid' Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap. nižšie.

6.4.5.2.1.2.5 Elektrické napájanie

Koncept elektrickej časti a pomocné zdroje napájania sú popísané v PpBS kapitola 06.06 – Elektrické napájanie . V tejto kapitole je ustanovené:

- Spoločné a základné princípy riešenia pomocných napájacích systémov JE
- Požiadavky spotrebičov na elektrické napájanie (popis údajov a hodnoty)
- Popis systémovej schémy pomocného napájania JE – Zdroje a siete pomocného napájacieho systému

Všetky elektrické spotrebiče SHN plnia bezpečnostné funkcie a sú napájané z príslušného elektrického systému SZN.

6.4.5.2.1.2.6 Systém kontroly a riadenia

Prevádzka systému SHN PG je riadená z BD a z ND. Manuálne a aj automatické riadenie je implementované v Procesnom kontrolnom systéme (PCS). Pre popis a vyhodnotenie systému PCS pozri PpBS, kapitola 6.5.5.7. Dôležité elektrické spotrebiče sú riadené signálmi ESFAS. Pre popis a vyhodnotenie ESFAS pozri PpBS kapitola 6.5.3.

6.4.5.2.1.3 Detailné prvky projektu systému SHN PG

Hlavné zariadenia systému SHN:

1. Havarijné zásobné nádrže demivody
2. Spojovacie potrubie sekundárna časť
 - elektroarmatúra na prepoji zásob. nádrží demivody
 - elektroarmatúra na saní SHNČ
 - uzatváracia elektroarmatúra na výtlaku
 - posúvače drenáží na zásobných nádržiach
 - spätné klapky a ručné ventily na prípojke mobilného čerpadla do výtlaku SHNČ
 - spätné klapky a ručné ventily na prípojke pre dopĺňanie SHN nádrže mobilným čerpadlom
 - ručné ventily na prípojke sania mobilného čerpadla zo zásobnej nádrže SHN.
3. Spojovacie potrubie napájacej vody
 - ručná uzatváracia armatúra minimálneho obtoku
 - trojcestný mechanický ventil na výtlaku SHNČ
4. SKR pre sekundárnu časť
 - regulačný ventil na výtlačnom potrubí SHNČ
5. Havarijné napájacie čerpadlá
6. Vonkajšie spojovacie potrubie
7. Spojovacie potrubie primárna časť
 - regulačný ventil napájania PG
 - uzatváracia elektroarmatúra napájania PG
8. Spojovacie potrubie

- spätná klapka v záchytné komore
- spätný ventil v boxe PG

Poznámka: Súčasťou jednotlivých DPS sú aj odvzdušňovacie a drenážne armatúry.

6.4.5.2.1.3.1 Hlavné komponenty systému SHN PG

- Superhavarijné napájacie čerpadlá
- Havarijné zásobné nádrže demivody

6.4.5.2.1.3.2 Dispozičné riešenie systému SHN

SHNČ sú inštalované v samostatnom stavebnom objekte mimo HVB situovanom v priestore blízko priečnej etažérky. SHNČ sa nachádzajú pod zásobnými nádržami demivody. Zásobné nádrže demivody sú situované vonku, jedna vedľa druhej nad stavebným objektom SHN.

Tri systémové potrubia 3xDN150 sú vedené od pripojovacích bodov (v priestore miestnosti SHNČ) v seizmicky odolnom PKS, v ktorých sú inštalované v horizontálnej polohe, blízko stropu PKS.

Potrubia sú privedené do priestoru napájacích hláv havarijného napájania jednotlivých subsystémov v budove reaktora. V rade „E“ podsystémové potrubia vstupujú do miestnosti, v ktorých sú situované napájacie hlavy superhavarijného napájania za požiarou stenou. Potrubia DN 80 sú vedené od napájacích hláv superhavarijného napájania do miestností, kde sú umiestnené izolačné motorom poháňané ventily. Systémové potrubia SHN sú potom vedené cez vertikálne hermetické priechodky k vzduchovému uzáveru, v ktorom sú spätné ventily. Vo vzduchovom uzávere začínajú potrubia pokračovať oddelene. Tri potrubia DN80 sú vedené od vzduchového uzáveru cez horizontálnu hermetickú priechodku v rade „10“ koridorom pozdĺž barbotéra ku spojovaciemu koridoru a potom do boxu PG, kde sú umiestnené spätné ventily. Ostatné tri potrubia sú vedené podobne pozdĺž radu „17“.

6.4.5.2.1.4 Zásah prevádzkového personálu

Prevádzka SHN systému (na zabezpečenie jeho bezpečnej funkcie) nevyžaduje zásahy prevádzkového personálu, pozostáva iba z kontroly stavu zariadenia v BD a z periodického skúšania jednotlivých zariadení. Riadenie bezpečnostne významných SHN elektrických zariadení je úplne automatická, sú riadené prevádzkovou automatikou a hlavne systémom ESFAS. Manuálne diaľkové ovládanie je možné z BD a ND príslušného bloku.

Zásah prevádzkového personálu je potrebný iba v prípade doplňovania zásobnej nádrže demivody mobilnými čerpadlami alebo v prípade doplňovania PG mobilnými čerpadlami.

Zásah personálu (diaľkovo z BD) je potrebný pre:

- ohrev demivody na zabezpečenie požadovanej teploty (podporný systém)
- prečerpávanie demivody z SHN nádrže do Chemickej úpravovne vody (podporný systém).

Prevádzkové predpisy sú popísané v kap. 09.03.

6.4.5.2.1.5 Popis a princípy prevádzkových stavov

6.4.5.2.1.5.1 Normálna prevádzka JE

Za normálnej prevádzky bloku systém SHN nepracuje a je v stave pohotovosti.

6.4.5.2.1.5.2 Abnormálna prevádzka a havarijné stavy JE

V prípade havarijnej situácie musia byť všetky redundancie SHN systému na každom bloku JE prevádzkyschopné. Systém SHN je uvedený do prevádzky systémom ESFAS.

Neprevádzkyschopnosť jedného alebo dvoch redundantných systémov sa riadi Limitami a podmienkami.

Ďalej sú uvedené signály ESFAS používané pre ovládanie hlavného zariadenia systému SHN za abnormálnej prevádzky a havarijných stavov.

V prípade havarijného poklesu hladiny v dvoch prevádzkovaných parogenerátoroch a ak sú superhavarijné napájacie čerpadlá mimo prevádzky – BDBA (napr. úplná strata napájania vlastnej spotreby vrátane havarijných zdrojov), je dopĺňovanie parogenerátorov zabezpečené mobilnými čerpadlami. Ako dopĺňovací zdroj pre tieto mobilné čerpadlá sa použije mobilná nádrž alebo zásobná nádrž SHN príslušného systému.

6.4.5.2.2 Technické hodnotenie systému SHN PG

6.4.5.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému SHN PG

Zariadenia systému SHN PG pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.7] , okrem podporných zariadení SHN systému (dodávka demineralizovanej vody a systému recirkulácie ohrevu), ktoré nie sú zaradené do BT.

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria systém SHN PG, je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušnom pláne kvality, viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy, platné pre projektovanie jadrovoenergetických zariadení, sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie DPS nasledovne:

- Havarijné zásobné nádrže demivody
- Spojovacie potrubie sekundárna časť
- Superhavarijné napájacie čerpadlá
- Napájacie zariadenia, spojovacie potrubie
- Vonkajšie spojovacie potrubie
- Spojovacie potrubie primárna časť
- Spojovacie potrubie

Požiadavky a ich vyhodnotenie, ktoré sú definované vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 Z.z., príloha č.3, časť B/II/C - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom pre chladiaci okruh aktívnej zóny reaktora a časť B/II./H - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom pre bezpečnostné systémy, sú uvedené v inom odseku tohto dokumentu.

6.4.5.2.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Systém SHN je projektovaný ako seizmicky odolný voči maximálnemu projektovému zemetraseniu a plní požiadavku na funkčnosť aktívnych komponentov počas a po seizmickej udalosti. Jeho seizmická kategória je 1a pre zariadenia a 1b pre potrubie okrem podporných systémov SHN (zdroj demineralizovanej vody a systém recirkulácie ohrevu) Tieto sú zaradené do seizmickej kategórie 2b.

Seizmická odolnosť systému SHN PG je dokladovaná výpočtami, prípadne seizmickými skúškami v zmysle metodiky „Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. Blok“.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v takzvanej preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii, ktorá je súčasťou STD. Prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení SHN PG je uvedený v dokumente „Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34“.

6.4.5.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému SHN PG

Činnosť systému SHN je uvažovaná v analýzach bezpečnosti vypracovaných v kapitole 07.02.01 PpBS, v termohydraulických analýzach na podporu pravdepodobnostného hodnotenia bezpečnosti prvej úrovne (PSA L1) ako aj v podporných termohydraulických analýzach pre vytvorenie predpisov riešenia núdzových stavov (EOPs).

Činnosť systému SHN alebo dodávka chladiva z nádrží SHN je v analýzach bezpečnosti uvažovaná vtedy, keď dochádza k strate napájania PG činnosťou normálnych napájacích čerpadiel (ENČ) a činnosť havarijného doplnovania (HNČ) sa neuvažuje alebo jeho kapacita je nedostatočná.

Činnosť SHN je teda uvažovaná v analýzach iniciačných udalostí uvedených v:

- Úplná strata napájacej vody a Strata vnútorných a vonkajších zdrojov elektrického napájania (analyzované v kapitole 07.02.01.15 PpBS)
- Prechodové procesy so zníženým odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom typu ATWS (analyzované v kapitole 07.02.01.9 PpBS)
- Malý únik z I.O. a Roztrhnutie HPK analyzované v rámci T-H analýz na podporu PSA 1. úrovne blokov
- Termohydraulické analýzy na podporu predpisov pre SORNS pre odstavený reaktor SD-EOPs pre MO34

Výsledky vyhodnotenia bezpečnostnej funkcie systému SHN PG preukázané v Kapitole PpBS 07.02.01 Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií, potvrdzujú spoľahlivý odvod tepla z I.O. do II.O. systémom SHN PG v prípade, že toto nie sú schopné zabezpečiť systémy normálneho a havarijného napájania (ENČ a HNČ). Je taktiež preukázané že jediný redundantný systém SHN je dostatočný na splnenie jeho bezpečnostnej funkcie.

6.4.5.2.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy

Systém SHN je tvorený tromi úplne funkčne nezávislými redundantnými redundanciami, fyzicky oddelenými.

Elektrické napájanie je pre každý systém SHN zabezpečené z príslušného systému ZN, čo umožňuje prevádzku systému SHN i pri strate vonkajšieho napájania (LOP). Všetky tri redundantné systémy SHN sú nezávislé z hľadiska elektrického napájania.

Systém SHN je projektovaný s 200% zálohovaním, to znamená že na plnenie svojej bezpečnostnej funkcie postačuje jedná redundancia viď odsek 6.4.5.2.2.3.

6.4.5.2.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Systém SHN spĺňa kritériá odolnosti voči poruche so spoločnou príčinou, ktorá môže byť spôsobená rôznymi faktormi:

- požiar
- vnútorné a vonkajšie zaplavenie
- letiace predmety

- pád ťažkého bremena
- seizmická udalosť
- podmienky vnútorného a vonkajšieho prostredia

Vylúčenie prenesenia požiaru medzi redundanciami systému SHN je zabezpečené fyzickým oddelením jednotlivých redundancií SHN systému.

Budova je chránená voči prenikaniu dažďovej vody. To zabezpečuje technické opatrenia na vstupe do budovy a ochranný kryt na dverách.

Odolnosť systému SHN voči letiacim projektilom je zabezpečená priestorovým oddelením redundancií SHN systému.

Odolnosť systému SHN voči pádu ťažkého bremena je zabezpečená priestorovým oddelením redundancií systému SHN a požadovanou seizmickou klasifikáciou zariadenia.

Systém SHN je odolný maximálnemu projektovému zemetraseniu a spĺňa požiadavky tlakovej integrity a pre prevádzkyschopnosť aktívnych komponent počas a po seizmickej udalosti. (Seizmická kategória 1a a 1b).

Odolnosť systému SHN voči podmienkam okolitého prostredia je zabezpečená použitím komponentov, ktoré sú kvalifikované pre podmienky prostredia, kde je zariadenie SHN umiestnené. Komponenty systému SHN umiestnené vonku sú kvalifikované pre extrémne podmienky.

6.4.5.2.2.4 Spôľahlivosť systému.

Analýzou systémov pre MO34 bola stanovená stredná nepohotovosť systému SHN PG pre jednu vrcholovú udalosť:

- „Odvod tepla z I.O do II.O (EF)“ systémom SHN.

Výsledky uvedené v PpBS kap. 07.03 - „Pravdepodobnostné analýzy“ demonštrujú, že cieľ bol splnený s dostatočnou rezervou.

Spôľahlivosť systému SHN je zvýšená bezpečnostným opatrením, ktoré bolo navrhnuté po udalosti vo Fukušime. Každý systém SHN je novo vybavený tromi bajonetovými spojkami (vrátane potrubí a ventilov) pre pripojenie mobilného čerpadla. V prípade havarijného poklesu hladiny v dvoch prevádzkovaných parogenerátoroch a ak sú superhavarijné napájacie čerpadlá mimo prevádzky – BDBA (napr. úplná strata napájania vlastnej spotreby vrátane havarijných zdrojov), je doplňovanie parogenerátorov zabezpečené mobilnými čerpadlami. Ako zdroj pre doplňovanie pre tieto mobilné čerpadlá bude použitá mobilná nádrž alebo nádrž SHN príslušnej redundancie.

6.4.5.2.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj počas havarijných situácií pre systém SHN PG sú definované v dokumente „DOD.C.3 - CHARAKTERISTIKY PROSTREDI - SPECIFIKACE“

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti od ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je zaradená do STD. Prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení SHN PG je uvedený v dokumente „Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34“

6.4.5.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie

Systém SHN môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. V prípade výskytu havárie má systém SHN zabezpečiť zmiernenie jej následkov a má byť prevádzky schopný vo všetkých výkonových režimoch bloku. Preto systém SHN musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.7], príloha č. 3, Časť B/II (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. **430/2011** [I.3] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [I.7] je uvedené na konci tejto kapitoly).

C. Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora

(3) Projekt musí zahŕňať zálohovanie bezpečnostných systémov odvodu zostatkového tepla, kontrolu únikov chladiva a možnosť ich zachytenia tak, aby systém odvodu zostatkového tepla pracoval spoľahlivo aj v prípade jednoduchšej poruchy a strate vonkajšieho elektrického napájania.

(4) Projekt sekundárneho okruhu musí zabezpečiť

a) spoľahlivý odvod tepla z primárneho okruhu

b) zisťovanie prípadných únikov z primárneho okruhu do sekundárneho okruhu, a ak sa tieto úniky zistia, zabrániť ich ďalšiemu šíreniu.

(6) Spoľahlivosť systémov prispievajúcich ku konečnému odvodu tepla jeho prenosom, zabezpečením energie alebo dodávaním médií do systémov konečného odvodu tepla sa musí dosiahnuť napríklad výberom osvedčených zariadení a systémov, ich zálohovaním, rôznorodosťou, fyzickým oddelením, prepojeniami a izoláciou.

Hodnotenie:

Systém SHN je tvorený tromi úplne nezávislými fyzicky oddelenými redundanciami na jeden reaktorový blok. Pre plnenie bezpečnostnej funkcie postačuje jedna redundancia. (Pre dodávku dostatočného množstva vody do PG pre spoľahlivý odvod tepla z I.O. a II.O). Všetky redundancie SHN systému sú nezávislé z hľadiska elektrického napájania. Elektrické napájanie pre každú redundanciu je zaistené zo SZN.

V prípade havarijného poklesu hladiny v dvoch prevádzkovaných parogenerátoroch a ak sú havarijné napájacie čerpadlá mimo prevádzky – BDBA (napr. úplná strata napájania vlastnej spotreby vrátane havarijných zdrojov), je doplňovanie parogenerátorov zabezpečené mobilnými čerpadlami. Ako zdroj pre doplňovanie pre tieto mobilné čerpadlá bude použitá mobilná nádrž alebo nádrž SHN príslušnej redundancie.

(5) Projekt musí zahŕňať riešenie spoľahlivého konečného odvodu tepla z vybraných zariadení počas stavu normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky, projektových havárií a vybraných ťažkých havárií čiastočne prispievať k odvodu tepla. Konečným odvodom tepla sa rozumie odvod zostatkového tepla do atmosféry alebo do vody, alebo ich kombinácia.

Hodnotenie:

V režime po seizmickej udalosti je dochladzovanie bloku vykonané v dvoch po sebe nasledujúcich etapách:

- *v parnom režime vypúšťaním pary cez PSA PG do atmosféry a dodávaním chladiva do PG systémom SHN,*
- *vo vodnom režime dochladzovaním technologickým systémom HSCHZ.*

Zariadenia SHN sú odolné voči podmienkam okolitého prostredia pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách.

Systém SHN bol projektovaný ako seizmicky odolný voči maximálnemu projektovému zemetraseniu a plní požiadavku na funkčnosť aktívnych komponentov počas a po seizmickej udalosti.

H. Bezpečnostné systémy

- (1) Projekt musí zabezpečiť, aby bezpečnostné systémy mali výstup pre aktiváciu systému odstavenia jadrového reaktora a ďalej tieto systémy musia
- a) uviesť sa automaticky do činnosti s cieľom zabezpečiť neprekročenie projektových parametrov pri výskyte udalostí podľa §2 písm, o) a p)

V porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50 /2006 [I.7], vyhláška č. 430/2011 [I.3] obsahuje zmenu značenia predmetnej časti Bezpečnostné systémy na I. Ďalej pri porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50 /2006 [I.7], vyhláška č. 430/2011 [I.3] v časti B/II/I okrem vyššie uvedených osobitných požiadaviek obsahuje navyše:

- (6) Aktivácia a manipulácia s bezpečnostnými systémami musí byť automatizovaná alebo vykonávaná pasívnym spôsobom tak, že zásah obslužného personálu nie je potrebný počas najmenej 30 minút po iniciačnej udalosti. Akékoľvek zásahy obslužného personálu požadované projektom počas prvých 30 minút po iniciačnej udalosti musia byť opodstatnené a odôvodnené.

Hodnotenie:

Systém SHN je riadený manuálne diaľkovo z BD a ND a automaticky prevádzkovou automatikou a prvotne systémom ESFAS. Systém sa aktivuje automaticky a nie je potrebný zásah operátora.

Záverom možno konštatovať, že vykonávací projekt systému SHN PG spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [I.7] ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [I.3] .

LITERATÚRA**[I] Všeobecne dosiahnuteľné dokumenty (normy, zákony)**

- [I.1] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava
- [I.2] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Viedeň, 5/2004
- [I.3] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. - Vyhláška ÚJD SR o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [I.4] Vyhláška ÚJD SR č. 431/2011 Z.z. - Vyhláška ÚJD SR o systéme manažérstva kvality
- [I.5] BNS I.4.2/2006 – Nuclear safety Guide BNS I.4.2/2006 – Requirements for elaboration of analysis and PSA studies.
- [I.6] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 01/2014
- [I.7] Vyhláška ÚJD SR č. 50/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich umiestňovaní, projektovaní, výstavbe, uvádzaní do prevádzky, prevádzke, vyradovaní a pri uzatvorení úložiska, ako aj kritériá pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [I.8] 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
- [I.9] Rozhodnutie ÚJD SR č. 63/2015: Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [I.10] Rozhodnutie č. 267/2008 ÚJD SR
- [I.11] Zákon č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon)

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

- [II.1] Analýza vplyvu teploty napájacej vody SHN na životnosť uzla pripojenia SHN k PG JE EMO, VÚJE ev. č.278/96