

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.04.05.05 Systém technickej vody
dôležitej

Stavba: Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť
Construction: 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island
Stavebník: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce
Constructor: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	III	SEC. INDEX / INDEX utajenia
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	X	Information Only / Len na informáciu	Company use/P
The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.							
EPS No / Číslo EPS: PNM34360053		Revision index / Index revízie: 08		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361049		A4	6.01.	RS	Z
				Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
				1	25		

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436104908_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 15.08.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE, a.s.	0520	15.08.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE, a.s.	0520	15.08.2019		
Verified by / Overil:			VUJE, a.s.	0720	15.08.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE, a.s.	1703	15.08.2019		

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
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok SE	• Comment Sheet No. MO34-CS-N012-20190814-001
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

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 06.04.05.05 Systém technickej vody dôležitej	• PNM3436104908_S_C00_V	• 08
2.	• časť 1	• PNM3436104908_S_C01_V	• 08
3.	.	.	.
4.	.	.	.
5.	.	.	.
6.	.	.	.
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	5
6.4.5.5 SYSTÉM TECHNICKEJ VODY DÔLEŽITEJ (TVD)	7
6.4.5.5.1 Opis systému TVD	7
6.4.5.5.1.1 Účel systému TVD	7
6.4.5.5.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému TVD	7
6.4.5.5.1.2.1 Bezpečnostné funkcie systému TVD	7
6.4.5.5.1.2.2 Kategorizácia zariadení TVD do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie	8
6.4.5.5.1.2.3 Zariadenia podporované systémom TVD	9
6.4.5.5.1.2.4 Systémy podporujúce systém TVD	11
6.4.5.5.1.2.5 Osobitné požiadavky na systém TVD	11
6.4.5.5.1.2.6 Elektrické napájanie	11
6.4.5.5.1.2.7 Systém kontroly a riadenia	12
6.4.5.5.1.3 Činnosť obsluhy	13
6.4.5.5.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov	13
6.4.5.5.1.4.1 Prevádzka systému TVD počas normálnej prevádzky bloku	13
6.4.5.5.1.4.2 Prevádzka systému TVD počas abnormálnej prevádzky bloku alebo počas havarijných podmienok	14
6.4.5.5.1.4.3 Kombináciách prevádzkových stavov blokov	15
6.4.5.5.1.5 Hlavné komponenty systému TVD	15
6.4.5.5.1.5.1 Čerpacia stanica TVD	15
6.4.5.5.1.5.2 Potrubné trasy pre dôležité spotrebiče	15
6.4.5.5.1.5.3 Ventilátorové chladiace veže	16
6.4.5.5.1.5.4 Dieselgenerátorová stanica	16
6.4.5.5.1.5.5 Strojovňa a pozdĺžna etažérka	16
6.4.5.5.1.5.6 Budova reaktorov II. HVB	17
6.4.5.5.2 Technické hodnotenie systému TVD	18
6.4.5.5.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia TVD	18
6.4.5.5.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť	18
6.4.5.5.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému	19
6.4.5.5.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy	20
6.4.5.5.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	20
6.4.5.5.2.3.3 Analýza spoľahlivosti	21
6.4.5.5.2.4 Preukázanie kvalifikácie systému	21
6.4.5.5.3 Bezpečnostné zhodnotenie	21
LITERATÚRA	24

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

APS	- automatika postupného spúšťania
BD	- bloková dozorňa
BT	- bezpečnostná trieda
ČS	- čerpacia stanica
ČTVD	- čerpadlo technickej vody dôležitej
DGS	- dieselgenerátorová stanica
DPS	- čiastkový prevádzkový súbor
ESFAS	- systém aktivácie technických prostriedkov zaistenia bezpečnosti
HCČ	- hlavné cirkulačné čerpadlo
HNČ	- hlavné napájacie čerpadlo
HSCHZ	- havarijný systém chladienia aktívnej zóny reaktora
HVB	- hlavný výrobný blok
HZ	- hermetická zóna
I.O	- primárny okruh
II.O	- sekundárny okruh
JE	- jadrová elektrárňa
CHSK	- chemická spotreba kyslíka
LOCA	- havária so stratou chladiva
EMO12	- Jadrová elektrárňa Mochovce 1. a 2. blok
MO34	- Jadrová elektrárňa Mochovce 3. a 4. blok
ND	- núdzová dozorňa
NT	- nízkotlakový
PBS	- predbežná bezpečnostná správa
PG	- parogenerátor
PpBS	- predprevádzková bezpečnostná správa
PS	- prevádzkový súbor
PSA	- prepúšťacie stanice do atmosféry
RČA	- rýchločinná armatúra
SE	- Slovenské elektrárne, a.s.
SHN	- superhavarijné napájanie
SHZ	- stabilné hasiace zariadenie
SK	- seizmická kategória
SKR	- systém kontroly a riadenia
SNVS	- strata napájania vlastnej spotreby
SO	- stavebný objekt
SORR	- systém ochrany a riadenia reaktora
SSEL	- zoznam zariadení pre odstavenie reaktora

STD	- sprievodná technická dokumentácia
SZN	- systém zaisteného napájania
TVD	- technická voda dôležitá (systém)
ÚJD SR	- Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
ÚP	- úvodný projekt
VCHV	- ventilátorová chladiaca veža
VO	- vložený okruh
Z.z.	- zbierka zákonov

6.4.5.5 SYSTÉM TECHNICKEJ VODY DÔLEŽITEJ (TVD)

Kapitola PpBS 6.4.5.5 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.15] (v primeranom rozsahu).

Pri vypracovaní predmetnej kapitoly PpBS boli súčasne zohľadnené aj pripomienky k PBS uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008 [I.12].

6.4.5.5.1 Opis systému TVD

TVD je z bazéna ČS TVD dopravovaná vonkajším spojovacím potrubím čerpadlami na chladenie technologických zariadení umiestnených v:

- DGS
- strojovni a pozdĺžnej etažérke
- reaktorovni HVB II

Zoznam chladených spotrebičov v členení podľa SO je uvedený v kap. 6.4.5.5.1.2.3.

Systém TVD je spoločný pre oba bloky MO34 v časti bazénov čerpadiel TVD, bazénov VCHV a vonkajších potrubných rozvodov.

6.4.5.5.1.1 Účel systému TVD

TVD chladí všetky z hľadiska jadrovej bezpečnosti dôležité spotrebiče, u ktorých sa požaduje nepretržitá dodávka chladiacej vody počas normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky ako aj v havarijných podmienkach. V havarijných podmienkach typu LOCA a pri seizmickej udalosti zabezpečuje TVD odvod zostatkového tepla reaktora. Systém TVD musí byť funkčný aj pri extrémnych vonkajších klimatických podmienkach.

6.4.5.5.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému TVD

TVD je tvorená troma redundanciami. Každá redundancia TVD je koncipovaná ako uzatvorený cirkulačný okruh s nútenou cirkuláciou s otvoreným bazénom, chladiacimi ventilátorovými vežami a s trvalým dopĺňovaním strát vody. Každá redundancia TVD sa skladá z čerpadiel TVD umiestnených v ČS TVD, vonkajšieho spojovacieho potrubia DN 800 do HVB 3. a 4. bloku, odbočiek DN 250 pre DGS, vnútorného spojovacieho potrubia k spotrebičom v HVB, spojovacieho potrubia DN 800 z HVB do príslušnej ventilátorovej chladiacej veže, ventilátorovej veže a spojovacieho potrubia DN 1000 do vtokového kanálu príslušnej redundancie TVD v čerpacej stanici. Detailnejší popis je uvedený v kap. 6.4.5.5.1.5 v členení podľa SO.

Súčasťou systému TVD je aj mobilný záložný doplnovací systém.

6.4.5.5.1.2.1 Bezpečnostné funkcie systému TVD

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [I.13] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ I schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [I.16], a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS I je systém TVD zaradený do BT III (armatúry a priechodky na hranici HZ sú zaradené do BT II; systém TVD obsahuje aj zariadenia nezaradené medzi vybrané zariadenia).

Systém TVD plní špecifickú bezpečnostnú funkciu:

3d - odvod tepla z bezpečnostných systémov až do prvého akumuláčného objemu dostačujúceho z hľadiska plnenia bezpečnostných funkcií.

Základnou bezpečnostnou funkciou systému TVD je v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z., vid' Príloha 1 [I.13], je „odvod tepla“.

6.4.5.5.1.2.2 Kategorizácia zariadení TVD do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Predmetné zariadenia systému TVD sú pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [I.13] zaradené medzi vybrané zariadenia s bezpečnostnou triedou BT II a BT III nasledovným spôsobom:

- do bezpečnostnej triedy **BT II**:
 - potrubné priechodky a rýchlomenné armatúry s príslušnou časťou potrubia na hranici hermetickej zóny
- do bezpečnostnej triedy **BT III**:
 - zariadenia ČS TVD
 - potrubie TVD a armatúry v strojovni a pozdĺžnej etažérke
 - ventilátory VCHV
 - potrubie TVD a armatúry v DGS
 - potrubie TVD a armatúry v budove reaktora
 - mobilné čerpadlá

Zariadenia systému TVD sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [I.13] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ I a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému TVD, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [I.4], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [I.14].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (vid' [I.5], §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.5]).

Zariadenia systému TVD sú **seizmicky odolné**, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Jednotlivé zariadenia TVD sú zaradené do seizmickej kategórie 1a/1b – vid' nižšie:

- čerpadlá a elektroarmatúry TVD v ČS TVD sú seizmicky odolné s požiadavkou na aktívnu funkčnosť počas a po seizmickej udalosti (SK 1a).
- potrubia TVD v ČS TVD sú seizmicky odolné s požiadavkou na integritu počas a po seizmickej udalosti (SK 1b)
- kanálové posúvače DN 1200 na vtok do sacej jamy čerpadla sú seizmicky odolné s požiadavkou na integritu a stabilitu počas a po seizmickej udalosti (SK 1b)
- potrubia pre chladenie dôležitých spotrebičov sú vedené v seizmicky odolných potrubných kanáloch a sú seizmicky odolné s požiadavkou na integritu počas a po seizmickej udalosti (SK 1b)

- ventilátory VCHV sú seizmicky odolné s požiadavkou na aktívnu funkčnosť počas a po seizmickej udalosti (SK 1a)
- rozvod TVD v DGS je seizmicky odolný s požiadavkou na integritu počas a po seizmickej udalosti (SK 1b), elektroarmatúry TVD sú seizmicky odolné s požiadavkou na aktívnu funkčnosť počas a po seizmickej udalosti (SK 1a)
- rozvod TVD v budove reaktorov je seizmicky odolný s požiadavkou na integritu počas a po seizmickej udalosti (SK 1b)
- rozvod TVD v II.O. je seizmicky odolný s požiadavkou na integritu počas a po seizmickej udalosti (SK 1b) okrem rozvodov TVD k technologickým kondenzátorom, dochladzovacím čerpadlám a havarijným napájacím čerpadlám, ktoré nie sú seizmicky odolné a od seizmicky odolných rozvodov sú v prípade výskytu seizmickej udalosti automaticky oddelené dvojicou v sérii zapojených rýchločinných armatúr
- rýchločinné armatúry v II.O. sú seizmicky odolné s požiadavkou na aktívnu funkčnosť počas a po seizmickej udalosti (SK 1a)
- meranie aktivity TVD umiestnené za chladičom sprchového systému HSCHZ je seizmicky odolné s požiadavkou na aktívnu funkčnosť počas a po seizmickej udalosti (SK 1a)
- mobilné čerpadlá a elektrocentrála sú seizmicky odolné s požiadavkou na aktívnu funkčnosť počas a po seizmickej udalosti (SK 1a).

6.4.5.5.1.2.3 Zariadenia podporované systémom TVD

TVD zabezpečuje neprekročenie dovolenej teploty chladeného zariadenia alebo média. Zariadenia TVD (čerpadlá, VCHV, potrubné trasy k jednotlivým zariadeniam) sú nadimenzované tak, aby bola zabezpečená dodávka chladiacej TVD k jednotlivým chladeným zariadeniam v požadovanom množstve pre spoľahlivý odvod tepla z týchto zariadení.

- DGS
 - chladiče plniaceho vzduchu
 - chladiče oleja
 - chladiče trysiek a turbokompresorov
 - chladiče kompresorov
 - chladič palivového oleja
- Strojovňa
 - technologické kondenzátory
 - havarijné napájacie čerpadlá
 - dochladzovacie čerpadlá
- Pozdĺžna etažérka
 - chladiče vzduchu hermetických priechodiek
 - chladiče kondenzátorov klimatizačných jednotiek vzduchu miestností SKR a elektro bezpečnostných systémov
 - klimatizačné jednotky
- Budova reaktorov II. HVB

- chladič sprchového systému
- chladič vzduchu motora a chladič mechanických upchávok čerpadla
- chladič mechanických upchávok čerpadla
- chladič mechanických upchávok čerpadla
- chladič vzduchu miestnosti havarijného systému chladenia zóny
- chladič systému chladenia bazénu vyhoreného paliva
- elektromotor čerpadla systému doplňovania a bórovej regulácie
- chladič oleja ložísk ventilátorov
- chladič vzduchu boxu parogenerátorov
- chladič oleja ložísk ventilátorov
- chladič vzduchu šachty reaktora
- chladič vzduchu miestnosti elektromotorov recirkulačných agregátov
- chladič vzduchu miestnosti čerpadiel systému doplňovania a bórovej regulácie
- chladiče oleja systému doplňovania a bórovej regulácie
- chladič olejového hospodárstva HCČ
- chladič vloženého okruhu HCČ
- chladič vzoriek v miestnosti radiačnej kontroly vložených okruhov
- chladič vloženého okruhu systému ochrany a riadenia reaktora
- dochladzovač doplňovacej vody systému doplňovania a bórovej regulácie
- chladič vzduchu miestnosti systému chladenia bazénu vyhoreného paliva
- chladič systému spaľovania vodíka
- chladič vzduchu miestnosti pohonov ventilov boxu
- chladič snímačov koncentrácie vodíka v miestnosti snímačov meracích prístrojov a v miestnosti obsluhy elektromotorov HCČ
- chladič snímačov koncentrácie vodíka a kyslíka v miestnosti SKR spaľovania vodíka
- chladič vzduchu systému čistenia technologického odvzdušnenia
- zeolitový filter systému čistenia technologického odvzdušnenia
- tepelný výmenník na trase regenerácie zeolitového filtra systému čistenia technologického odvzdušnenia
- plnenie nádrže - hydrouzáveru systému čistenia technologického odvzdušnenia
- chladič vzduchu miestnosti SKR PG a HCČ
- chladiče radiačných meraní v miestnosti PG a v miestnosti dozimetrických snímačov
- chladič vzduchu miestnosti obsluhy elektromotorov HCČ

- chladič vzduchu miestnosti radiačnej kontroly I.O.
- chladič vzduchu miestnosti pohonov kompenzátora objemu
- chladič kondenzátu vykurovacej pary odplyňovačov I.O.
- chladič snímačov SKR v miestnosti meracích prístrojov
- chladiče odberov vzoriek

6.4.5.5.1.2.4 Systémy podporujúce systém TVD

- Bočná filtrácia a dávkovanie chemikálií
 - filtrovanie doplnňovacej dekarbonizovanej vody do každej redundancie TVD
 - filtrovanie časti obehovej vody každej redundancie TVD
- zariadenia elektrického napájania systému TVD
- všetky meracie a riadiace okruhy SKR patriace k systému TVD

6.4.5.5.1.2.5 Osobitné požiadavky na systém TVD

Osobitné požiadavky na vybrané zariadenia systému TVD sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky **ÚJD SR č. 430/2011** [I.5], Príloha č. 3, v častiach:

- B/II/C - Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora,
- B/II/I - Bezpečnostné systémy,

a sú uvedené nižšie v kapitole 6.4.5.5.3 tohto dokumentu.

6.4.5.5.1.2.6 Elektrické napájanie

Koncept elektrickej časti a havarijného elektrického napájania je popísaný v PpBS v kapitole 06.06 - Elektrické napájanie.

V tejto kapitole sú stanovené:

- všeobecné a základné princípy riešenia systému havarijného elektrického napájania elektrárne EMO
- požiadavky na elektrické napájanie spotrebičov (popis údajov a hodnôt)
- popis systému schémy havarijného elektrického napájania elektrárne – zdroje a rozvodné siete systému havarijného elektrického napájania

V príslušných dokumentoch nižšie spomenutých DPS sú detailne špecifikované všetky požadované parametre na elektrické napájanie spotrebičov pre jednotlivé PS a DPS s ich bezpečnostnými parametrami zaistenými z II. kategórie SZN (D12) príslušnej redundancie s bezpečnostnou triedou BT II. Systém chladenia TVD zostáva funkčný aj počas straty napájania vlastnej spotreby z vonkajších zdrojov.

Elektrické napájanie elektrospotrebičov TVD je uvedené v nasledujúcich dokumentoch:

- Vnútné spojovacie potrubie sekundárnej časti, elektročasť
- Čerpacia stanica TVD, elektročasť
- Dieselgenerátorová stanica, elektročasť

- Elektročasť budovy reaktorov 3. a 4. blok
- Transformátorová stanica pre ventilátorové chladiace veže (elektrické spotrebiče)
- v jednotlivých DPS, v ktorých sú zaradené chladené zariadenia

Elektrozariadenia TVD z hľadiska svojej funkčnosti sú elektricky napájané nasledovne:

- elektrozariadenia, ktorých funkčnosť sa vyžaduje pre zabezpečenie chladenia blokov po strate napájania vlastnej spotreby, sú napájané z SZN
- elektroarmatúry TVD umiestnené v HVB a DGS sú napájané zo SZN príslušného bloku
- každá redundancia TVD chladí príslušné dieselgenerátory SZN, z ktorých sú napájané elektrozariadenia tejto redundancie TVD
- elektroarmatúry na privode TVD do sifónu a elektroarmatúry na obtoku sifónu sú napájané z príslušného SZN.

Osobitné požiadavky na elektrické napájanie sú zaistené nasledovným spôsobom:

- ČTVD a armatúry na výtlaku vody z ČS TVD sú napájané zo SZN prislúchajúcemu obom blokom
- ventilátory VCHV a armatúry z každej k nim prislúchajúcej redundancie TVD sú napájané zo SZN prislúchajúcemu obom blokom

Ostatné elektrozariadenia TVD sú napájané z nezaisteného napájania. Elektrické napájanie zariadení TVD je detailnejšie uvedené v jednotlivých popisoch stavebných objektov a príslušných DPS.

6.4.5.5.1.2.7 Systém kontroly a riadenia

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich do systému TVD v súlade s vykonávacím projektom. SKR systému TVD je uvedený v nasledujúcich DPS:

- Systém kontroly a riadenia v II. HVB
- Čerpacia stanica TVD, SKR (obsahuje aj SKR VCHV)
- DGS, SKR
- SKR pomocných prevádzok
- tie DPSy, do ktorých sú zaradené chladené zariadenia

Ovládanie TVD je navrhnuté tak, aby účinnosť systému ochrany nemohla byť zrušená nesprávnym zásahom obsluhy:

- ovládanie elektrických zariadení TVD od systému ESFAS má prioritu pred ovládaním od prevádzkových automatík,
- ručné ovládanie bezpečnostne dôležitých zariadení TVD je výlučne diaľkovo z BD a ND príslušného bloku.

Ovládanie bezpečnostne dôležitých elektrospotrebičov TVD (čerpadlá a armatúry na výtlaku ČTVD, armatúry a ventilátory VCHV, armatúry chladených bezpečnostne dôležitých zariadení, RČA) je ručné diaľkovo z BD, ND a automatické riadené prevádzkovými automatikami a prioritne od ESFAS.

Na každej redundancii TVD sú umiestnené dve merania aktivity TVD. Jedno meranie je umiestnené na výstupe TVD z chladiča sprchového systému HSCHZ, druhé na výstupe TVD z bloku. Účelom meraní

systému radiačnej kontroly je rýchla detekcia aktivity v prípade úniku do systému TVD, aby sa predišlo možným únikom aktivity z tohto systému do životného prostredia. V prípade detekcie aktivity v niektorej z redundancií TVD je možné zabrániť úniku aktivity do životného prostredia uzatvorením prívodu TVD do príslušnej VCHV. Meranie aktivity TVD je predmetom radiačnej kontroly.

6.4.5.5.1.3 Činnosť obsluhy

Prevádzka TVD pre zabezpečenie chladenia bezpečnostne dôležitých zariadení si nevyžaduje zásahy obsluhy a činnosť obsluhy spočíva len v kontrole stavu zariadení z BD a v pravidelnom skúšaní prevádzkyschopnosti jednotlivých podsystémov. Ovládanie bezpečnostne dôležitých elektrospotrebičov TVD je plne automatické, riadené prevádzkovými automatikami a prioritne od ESFAS. Ručne diaľkovo sú ovládané z BD a ND príslušného bloku.

Manipulácie obsluhy (diaľkovo z BD, ND, dozorne ČS TVD a ručne z miesta) sú požadované:

- pri uvádzaní systému alebo zariadenia TVD do prevádzky po údržbe
- pri odstavovaní systému alebo zariadenia TVD do údržby
- pri pravidelnom striedaní prevádzky redundantných zariadení TVD (pracujúce, rezerva 1, rezerva 2)

Obsluha systému TVD sa riadi predpismi:

- ČS TVD
- Systém technickej vody v reaktorovni
- Chladiaca voda v strojojni
- Limity a podmienky bezpečnej prevádzky.

6.4.5.5.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov

TVD chladí všetky spotrebiče dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti a spotrebiče, u ktorých sa požaduje nepretržitá dodávka chladiacej vody počas normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky ako aj v havarijných podmienkach. V havarijných podmienkach typu LOCA a pri seizmickej udalosti zabezpečuje TVD aj odvod zostatkového tepla reaktora.

TVD je normálne v nepretržitej prevádzke s rôznym počtom čerpadiel a príslušných článkov ventilátorových chladiacich veží v závislosti na prevádzkových stavoch oboch chladených blokov. V je prehľad uvažovaných kombinácií prevádzkových stavov oboch blokov MO34 z hľadiska hydraulického zaťaženia TVD.

6.4.5.5.1.4.1 Prevádzka systému TVD počas normálnej prevádzky bloku

Počas normálnej prevádzky blokov pracujú všetky tri redundancie súčasne s rozdelením jednotlivých spotrebičov tak, aby redundancie TVD boli rovnomerne tepelne zaťažené. Za normálnej prevádzky bloku sú v každej redundancii systému TVD v prevádzke dve ČTVD (jedno na blok) s príslušnými VCHV, ďalšie na bloku sú v pohotovostnom stave ako rezerva.

Systém TVD je dlhodobo funkčný aj po odstavení oboch blokov. Podmienkou dlhodobej funkčnosti systému TVD je doplňovanie strát TVD prídavnou vodou. Straty vody vznikajú pri prevádzke VCHV hlavne odparom, úletom a rozstrekovaním vody. Štandardne je voda pre doplňovanie TVD dodávaná zo zariadení systému úpravy prídavnej a cirkulačnej vody. Prevádzkyschopnosť každej redundancie systému TVD je daná prevádzkyschopnosťou čerpadiel TVD, VCHV, potrubných trás s armatúrami, časti elektro a SKR.

6.4.5.5.1.4.2 Prevádzka systému TVD počas abnormálnej prevádzky bloku alebo počas havarijných podmienok

Systém TVD chladí všetky spotrebiče dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti a spotrebiče, u ktorých sa požaduje nepretržitá dodávka chladiacej vody počas normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky ako aj v havarijných podmienkach. V havarijných podmienkach typu LOCA a pri seizmickej udalosti zabezpečuje TVD aj odvod zostatkového tepla reaktora. Systém TVD musí byť funkčný aj počas najnepriaznivejších vonkajších klimatických podmienkach.

Doplňovanie TVD prídavnou vodou zo systému úpravy prídavnej a cirkulačnej vody bude neprevádzkyschopné v dôsledku straty napájania vlastnej spotreby alebo v dôsledku seizmickej udalosti. Pre tento prípad slúži zariadenie pre záložné doplňovanie vody do TVD. Zariadenia pre záložné doplňovanie vody do TVD zabezpečujú dodávku prídavnej vody do TVD po seizmickej udalosti alebo počas dlhodobej straty napájania vlastnej spotreby zo zásobníkov vody v areáli alebo mimo areálu elektrárne. Zariadenia pre záložné doplňovanie vody do TVD je možné použiť i k prečerpávaniu vody medzi redundanciami TVD.

Funkčnosť systému TVD je podmienená zabezpečením záložného doplňovania vody do systému TVD. Záložné doplňovanie vody do TVD zo zásob vody v areáli elektrárne zabezpečujú tri komplety zariadení pozostávajúce z:

- mobilného čerpaceho agregátu so spaľovacím motorom
- tlakových hadíc
- prenosnej elektrocentrály a osvetľovacích telies
- vyprázdňovacieho potrubia

Zariadenia pre záložné doplňovanie vody do TVD sú súčasťou:

- mobilné čerpace agregáty, prenosná elektrocentrála a osvetľovacie telesá
- tlakové hadice

V stave pohotovosti sú čerpace agregáty zabezpečené voči pohybu pri seizmickej udalosti a spolu s požiarňami hadicami a zariadeniami pre prenosné osvetlenie sú uskladnené v seizmicky odolných priestoroch čerpacej stanice TVD. Záložné doplňovanie vody do systému TVD zo zásob vody mimo areálu elektrárne zabezpečujú autocisterny.

Pre stanovenie potrebného množstva záložného doplňovania vody do TVD bola pre projekt MO34 vykonaná analýza, ktorá stanovuje požadované množstvo vody pre dlhodobé záložné doplňovanie TVD, využiteľné zásoby vody v areáli elektrárne a dosiahnuteľné zdroje vody v okolí elektrárne. Analýzou sa preukázalo, a to aj za veľmi konzervatívnych predpokladov, že po zemetrasení sú zásoby vody v seizmickej časti schopné zabezpečiť dochladenie elektrárne a odvádzanie tepla po dobu minimálne 72 hodín bez vonkajších zásahov. Okrem toho sú podľa tejto analýzy splnené aj obmedzenia ohľadne nevyužívania prenosného vybavenia po dobu min. 6 hodín. Preto pri dlhodobom riadení elektrárne sa projekt MO34 z technických dôvodov nemusí spoliehať na dostupné zásoby vody v neseizmickej časti, ktoré sa nachádzajú na území elektrárne (najmä čo sa týka zásoby vody v bazénoch chladiacich veží cirkulačnej chladiacej vody).

Uvažované seizmicky neodolné zásobníky:

- bazény chladiacich veží cirkulačnej chladiacej vody
- vtokový objekt čerpacej stanice cirkulačnej chladiacej vody

- potrubia prívodu a odvodu cirkulačnej chladiacej vody hlavných kondenzátorov, vypustené do vtokového objektu

Taktiež je možné dopĺňovanie TVD z dosiahnuteľných zdrojov vody v okolí elektrárne autocisternami.

6.4.5.5.1.4.3 Kombináciách prevádzkových stavov blokov

Z hľadiska tlakových pomerov v každej redundancii TVD môžu byť súčasne v prevádzke maximálne 4 ČTVD (2 ČTVD elektricky napájané z 3. bloku, ďalšie 2 ČTVD zo 4. bloku). Za normálnej prevádzky bloku sú v každej redundancii TVD v prevádzke dve ČTVD. V režime dochladzovania bloku alebo v abnormálnych a havarijných podmienkach bloku je v prevádzke súčasne viac ČTVD v jednej redundancii systému TVD. V nasledujúcej tabuľke je prehľad uvažovaných kombinácií prevádzkových stavov oboch blokov MO34 z hľadiska hydraulického zaťaženia TVD.

Každá redundancia systému TVD je z hľadiska hydraulického výkonu dimenzovaná pre súčasný odvod tepla z oboch blokov MO34 v najnepriaznivejšej kombinácii stavov blokov - viď v tabuľke prevádzkový režim 6. Hydraulické posúdenie prietokových množstiev TVD pre rôzne prevádzkové stavy je vykonané v overovacej správe pre technickú vodu dôležitú.

6.4.5.5.1.5 Hlavné komponenty systému TVD

Zariadenia systému TVD sú umiestnené v nasledovných SO:

- Čerpacia stanica TVD
- Potrubné kanály II. časť
- Ventilátorové chladiace veže
- Dieselgenerátorová stanica
- Strojovňa a pozdĺžna etažérka
- Budova reaktorov II: HVB

6.4.5.5.1.5.1 Čerpacia stanica TVD

Čerpacia stanica technickej vody dôležitej a systémovej požiarnej vody II. HVB je spoločný pre všetky 3 redundancie systému TVD. V objekte sú umiestnené čerpacie agregáty troch redundancií systému TVD, rozvody prídavnej vody pre dopĺňovanie TVD, filtrácia prídavnej vody do TVD a obehovej vody TVD vrátane dávkovania chemikálií, seizmicky odolné zariadenie systému SHZ, elektrická rozvodňa a dozorná.

Nad základným podlažím sú umiestnené 2 montážne mostové žeriavy.

Elektromotory čerpadiel a servopohony armatúr sú z dôvodu ochrany voči interným záplavám umiestnené v určitej výške nad podlahou, teda nad maximálnou hladinou vody.

Čerpadlá 3. a 4. bloku každej redundancie systému TVD sú navzájom stavebne oddelené. Každé čerpadlo je zabudované v samostatnej sacej jame a motory čerpadiel sú umiestnené v samostatných kobkách (trojica motorov jednej redundancie ČTVD napájaných z jedného bloku) s požiarou odolnosťou stien.

6.4.5.5.1.5.2 Potrubné trasy pre dôležité spotrebiče

Výtlačné potrubie privádza chladiacu vodu k spotrebičom v HVB II a do DGS 3. a 4. bloku. Vratná zohriata voda je ochladzovaná v príslušnej ventilátorovej chladiacej veži. Vratné potrubie DN 800 je privedené do

armatúrnej šachty príslušnej ventilátorovej veže, kde je rozdelené cez uzatváracie elektroarmatúry 4 x DN 500 na štyri prívody k článkom veže. Prívod TVD k tryskám článku VCHV je cez výškovú atmosférickú nádrž (sifón), ktorá zabezpečuje požadovaný protitlak 12 až 20 m vodného stĺpca voči pripojovaciemu miestu v reaktorovni. Ochladená voda z bazéna VCHV odteká gravitačne potrubím DN 1000 do vtokového kanála príslušnej redundancie systému TVD v ČS TVD.

6.4.5.5.1.5.3 Ventilátorové chladiace veže

Pre každú redundanciu TVD je vybudovaná jedna ventilátorová chladiaca veža. Každá veža sa skladá zo 4 článkov. V každom článku je umiestnený jeden sací ventilátor, prevodovka s hnacím hriadeľom a elektrický motor. Súčasťou objektu je rozvodňa s transformátormi a rozvádzačmi pre napájanie ventilátorov a armatúr VCHV.

Betónový monolitický bazén VCHV s rozmermi 13,1 × 44,8 × 3,3 m je rozdelený na dva samostatné bazény, čo umožňuje čistenie jedného bazéna za normálnej prevádzky oboch blokov. Stavebne je zimná ochrana VCHV riešená bočnou závesnou drevenou clonou pre obmedzenie prívodu studeného vzduchu do priestoru veže.

Ventilátor je poháňaný dvojrychlostným horizontálnym elektromotorom s prevodovkou bez možnosti reverzného chodu umiestneného mimo difúzory.

V prevádzke je vždy rovnaký počet článkov VCHV ako je počet zapnutých ČTVD bloku. Článok VCHV sa uvádza do prevádzky otvorením armatúry na prívode do VCHV (sifónu). Uvedenie VCHV do prevádzky a regulácia teploty ochladenej TVD je plne automatické a nevyžaduje si zásah obsluhy. Automatická regulácia teploty TVD a zimná ochrana VCHV je riešená zimným obtokom VCHV s elektroarmatúrou a automatikou ovládania tejto armatúry a ovládania dvojotáčkového motora ventilátora od teploty vody na výtlaku ČTVD.

6.4.5.5.1.5.4 Dieselgenerátorová stanica

Všetky tri redundancie systému TVD sú privedené do DGS 3. a 4. bloku potrubím 3 x DN 250. Každá redundancia systému TVD chladí príslušný dieselgenerátor SZN, z ktorého sú napájané jeho čerpadlá, ventilátory a armatúry.

6.4.5.5.1.5.5 Strojovňa a pozdĺžna etažérka

Systém TVD v HVB chladí spotrebiče, ktoré sa zúčastňujú havarijného alebo plánovaného odstavenia bloku alebo tam, kde sa nepripúšťa výpadok chladiacej vody. Rozvod TVD v HVB je tvorený tromi redundanciami. Prívod a odvod TVD do HVB je spoločný pre oba bloky. Bloky sú pripojené k spoločnému prívodu a odvodu systému TVD cez uzatváracie armatúry s elektropohonom. Ovládanie armatúr je z BD a ND príslušného bloku. Otvorenie armatúry na prívode systému TVD do bloku je blokované zatvorenou polohou príslušnej armatúry na odvode TVD z bloku. Zatvorenie armatúry na odvode systému TVD z bloku je blokované otvorenou polohou príslušnej armatúry na prívode TVD do bloku. Elektrické pohony armatúr sú napájané z nezaisteného systému napájania príslušného bloku.

Na každú redundanciu TVD je pripojená výšková zásobná nádrž TVD s určitým objemom vody. Výtok vody zo zásobnej nádrže TVD cez spätnú klapku počas doby od výpadku čerpadiel TVD pri strate napájania vlastnej spotreby po ich opätovný nábeh po obnovení napájania vlastnej spotreby z DGS bráni zavzdušneniu chladených spotrebičov. Hladina v nádrži je udržiavaná dvojpolohovou reguláciou. Elektroarmatúry na dopĺňovanie nádrže sú ovládané z BD a ND príslušného bloku a automaticky od hladiny v nádrži a sú napájané z nezaisteného systému napájania príslušného bloku.

Hlavné zariadenia v strojovni a pozdĺžnej etažérke chladené zo systému TVD:

- technologické kondenzátory
- dochladzovacie čerpadlá
- havarijné napájacie čerpadlá
- chladiče technologických priechodiek
- chladiče kondenzátorov klimatizačných jednotiek vzduchu miestností SKR a elektro bezpečnostných systémov

Technologické kondenzátory sú štandardne pripojené na príslušnú 1. a 2. redundanciu systému TVD. Je možné pripojiť 3. redundanciu systému TVD na chladenie ľubovoľného z technologických kondenzátorov. Dochladzovacie čerpadlá sú štandardne chladené z príslušnej redundancie TVD. Je možnosť pripojiť chladenie ľubovoľného dochladzovacieho čerpadla k ľubovoľnej redundancii systému TVD. Havarijné napájacie čerpadlá sú chladené z 1. a 2. redundancie TVD. Ak je havarijné napájacie čerpadlo v stave pohotovosti, je elektroarmatúra na privode TVD otvorená.

Chladiče technologických priechodiek sú chladené z príslušnej redundancie TVD.

Chladenie kondenzátorov klimatizačných jednotiek miestností SKR a elektro redundancií bezpečnostných systémov je z 1., 2. alebo 3. redundancie TVD.

6.4.5.5.1.5.6 Budova reaktorov II. HVB

Rozvod TVD v budove reaktorov II. HVB je tvorený tromi nezávislými redundanciami. Za normálnej prevádzky blokov sú v prevádzke všetky tri redundancie systému TVD a chladené spotrebiče sú pripojené k jednotlivým redundanciám systému TVD tak, aby boli redundancie systému TVD hydraulicky rovnomerne zaťažené.

Z každej redundancie systému TVD sú z pozdĺžnej etažérky do budovy reaktorov vyvedené samostatné privody pre chladenie:

- chladičov sprchového systému
- zariadení v miestnosti systému havarijného chladenia zóny
- ostatných spotrebičov v budove reaktorov

Z 2. a 3. redundancie systému TVD sú chladené zariadenia čistiacej stanice technologických odvodušnení, ktorá je spoločná pre oba bloky.

K chladiču sprchového systému HSCHZ je TVD privedená potrubím DN 500. Pripojenie chladiča sprchového systému HSCHZ k ostatným spotrebičom TVD v budove reaktorov (príslušnej redundancie TVD) je sériové, teda za normálnej prevádzky bloku je chladič trvale pretekaný vratnou TVD od ostatných spotrebičov v budove reaktorov množstvom daným požiadavkami ostatných spotrebičov v budove reaktorov. V havarijných podmienkach pri potrebe sprchovania HZ sa automaticky otvoria armatúry na obtoku ostatných spotrebičov TVD v budove reaktorov a množstvo vody cez chladič sprchového systému HSCHZ sa zvýši na nominálnu hodnotu. Spoľahlivý privod vody k chladičom sprchového systému HSCHZ je zabezpečený paralelným zapojením týchto armatúr. Armatúry sú ovládané z BD a ND príslušného bloku. Automaticky sa otvárajú a zatvorenie je blokované od ESFAS signálmi „Veľký únik“, „Stredný únik“ a „Sprchovanie HZ“. Sú napájané zo SZN príslušného bloku. Vratné potrubie TVD DN 500 je spoločné pre odvod TVD od chladiča a odvod od čerpadiel havarijného chladenia zóny a vzduchotechniky.

Prívod TVD pre chladenie zariadení v miestnosti systému havarijného chladenia zóny je DN 100. TVD chladí motor a mechanické upchávky čerpadiel HSCHZ a chladič vzduchotechniky určenej pre tieto priestory.

Tri redundancie TVD sú k ostatným spotrebičom v budove reaktorov privedené potrubím DN 400. Vratné potrubie DN 400 každej redundancie TVD je z budovy reaktorov vyvedené do priečnej etažérky, kde je napojené do prírodnej trasy DN 500 k príslušnému chladiču sprchového systému.

Samostatnými prívodmi potrubím DN 125 2. a 3. redundancie je privedená TVD k čistiacej stanici technologických odvodušnení. Čistiaca stanica technologických odvodušnení je spoločná pre oba bloky. Skladá sa z troch identických čistiacich liniek, z ktorých dve sú pracovné a tretia je rezervná. Chladené zariadenia:

- chladič plynu
- zeolitový filter
- tepelný výmenník na trase regenerácie zeolitového filtra
- plnenie nádrže - hydrouzáveru

Odvod TVD od čistiacej stanice technologických odvodušnení je potrubím DN 125.

V nasledujúcej tabuľke je prehľad chladených zariadení primárneho okruhu technickou vodou dôležitou s priradením redundancie TVD. Zariadenia čistiacej stanice technologických odvodušnení môžu byť chladené z 2. alebo z 3. redundancie TVD (nie však súčasne).

6.4.5.5.2 Technické hodnotenie systému TVD

6.4.5.5.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia TVD

Zariadenia systému TVD sú zaradené medzi vybrané zariadenia s osobitnými požiadavkami na kvalitu od fázy projektovania až po ich použitie v súlade s plánmi kvality schválenými ÚJD SR.

Pre všetky zariadenia, ktoré sú súčasťou systému TVD, je preukázané, že ich výroba, dodávka a montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy, špecifikácie a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly vykonané počas výroby ako aj v etape prevádzky.

Dodržanie požiadaviek plánu kvality je doložené v STD pre príslušné zariadenia.

Osobitné požiadavky na vybrané zariadenia systému TVD sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [I.5], Príloha č. 3 v kapitole 6.4.5.5.3 nižšie tohto dokumentu.

6.4.5.5.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Systém TVD je seizmicky odolný (okrem potrubí v strojovni), čo znamená že je schopný plniť svoju funkciu počas seizmickej udalosti aj po nej. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je udaná v kapitole 6.4.5.5.1.2.2.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii.

6.4.5.5.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému

V PpBS v kapitole 07.02.01 Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií je preukázané splnenie požadovanej bezpečnostnej funkcie.

Systém TVD pozostáva z troch redundancií:

- každá redundancia TVD je schopná dodávať 100% množstvo technickej vody a odvieť 100% množstva tepla zo spotrebičov nutných na dochladenie bloku v projekte uvažovaných režimoch blokov podľa ,
- všetky tri redundancie systému TVD sú nezávislé z hľadiska potrubného zapojenia
- všetky tri redundancie systému TVD sú nezávislé z hľadiska riadenia a elektrického napájania, t.j. riadenie a elektrické napájanie elektrických zariadení, ktoré plnia bezpečnostné funkcie, je zabezpečené zo SZN II. kategórie príslušnej bezpečnostnej divízie

Systém TVD je odolný voči podmienkam vonkajšieho prostredia. Z hľadiska podmienok vonkajšieho prostredia sú kritickými komponentmi TVD ventilátorové chladiace veže. Tie sú navrhnuté na chladenie TVD na max. hodnotu 33°C v prípade projektovej havárie pri extrémnych klimatických podmienkach so súčasným výskytom extrémne vysokej teploty vonkajšieho ovzdušia.

Tepelné výpočty chladiča HSCHZ pre 3. a 4. blok elektrárne Mochovce preukázali, že v najnepriaznivejšom prípade režimov chladenia primárneho okruhu cez chladič HSCHZ je teplota TVD na výstupe z chladiča 73,4°C. Z tohto dôvodu je vo výpočtoch uvažovaná teplota 75°C.

Pre projekt MO34 boli stanovené hodnoty vonkajších extrémnych teplôt. Všetky zariadenia TVD zaradené v kategórii SK 1 umiestnené vo vonkajšom prostredí budú prevádzkyschopné aj pri týchto extrémnych podmienkach, čo je dôvod, prečo sú základom pre projektovanie veľkosti VCHV. S uvažovaním extrémne nízkej teploty vonkajšieho ovzdušia sú VCHV odolné voči zamrznutiu za predpokladu:

- prívodu zohriatej TVD do bazénu VCHV cez obtok VCHV
- odvodu tepla cez hladinu vody bazénu VCHV
- obmedzenia prívodu vzduchu použitím závesných drevených clôn.

Ventilátorové chladiace veže TVD sú nadimenzované tak, aby v projekte uvažovaných kombináciách režimov blokov i pri výskyte extrémnych vonkajších teplôt bola dosiahnutá teplota TVD 33°C na výtlaku čerpadla TVD.

Systém TVD je funkčný v dlhodobej fáze odvodu tepla i po odstavení blokov - spoľahlivo odvádza po neobmedzenú dobu teplo z chladených zariadení po seizmickej udalosti alebo počas dlhodobej straty napájania vlastnej spotreby. Funkčnosť systému TVD v dlhodobej fáze odvodu tepla je zabezpečená napájaním elektrických zariadení TVD zo SZN a záložným dopĺňovaním prídavnou vodou s využitím interných a externých zdrojov a prostriedkov systému pre záložné dopĺňovanie vody do systému TVD. Prostriedky pre záložné dopĺňovanie vody do systému TVD sú seizmicky odolné a nezávislé od elektrického napájania.

Systém TVD zabezpečuje plnenie bezpečnostnej funkcie odvodu tepla z jedného bloku i pri vzniku udalosti na inom bloku. Táto jeho schopnosť je daná naprojektovaním systému TVD pre najnepriaznivejšiu kombináciu režimov oboch blokov podľa bodu 6. Každá redundancia systému TVD je z hľadiska hydraulického a tepelného výkonu dimenzovaná pre súčasný odvod tepla z oboch blokov MO34 v najnepriaznivejšej kombinácii režimov blokov.

6.4.5.5.2.3.1 Kritérium jednoduchéj poruchy

Odolnosť systému voči jednoduchéj poruche je daná jeho trojredundantnou koncepciou. Každá redundancia systému TVD je priestorovo a elektricky separovaná.

ČS TVD je osadená 3×100% redundanciou pre dodávku chladiacej TVD k spotrebičom. V každej redundancii pri prevádzke bloku na výkone je v prevádzke jedno z troch ČTVD na blok. Ak v jednej redundancii TVD z hľadiska hydrauliky musia pracovať dve ČTVD na blok paralelne je z hľadiska čerpadiel TVD potom 50% rezerva na blok v navolených rezervných čerpadlách.

VCHV predstavujú taktiež 3×100% redundanciu pre odvod akumulovaného tepla z chladených spotrebičov. Na každej redundancii TVD pri prevádzke bloku na výkone je v prevádzke jeden z dvoch článkov VCHV na blok. Z hľadiska článkov VCHV je potom 100% rezerva na blok. V stavoch 2, 3, 5, 6 je v prevádzke celá VCHV (4 články). Výkon VCHV každej redundancie TVD je dostatočný pre odvod akumulovaného tepla zo systému TVD v najnepriaznivejšej kombinácii režimov blokov.

Odolnosť zariadenia pre záložné doplňovanie vody do TVD voči jednoduchéj poruche je daná aj:

- zásobou vody v seizmickej časti dostupnej na území elektrárne, ktorá je dostatočná na zabezpečenie chladienia elektrárne po dobu 72 hodín po zemetrasení
- možnosťou použitia autocisterien pre trvalé doplňovanie TVD z dosiahnuteľných zdrojov vody v okolí elektrárne

6.4.5.5.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Systém TVD plní kritéria odolnosti voči poruche so spoločnou príčinou, ktoré môžu byť spôsobené rôznymi faktormi, ako sú:

- požiar
- interné a externé záplavy
- letiace úlomky
- pád ťažkého bremena
- švihy vysokoenergetických potrubí
- zemetrasenie
- podmienky interného a externého prostredia

Trojica motorov redundančných čerpadiel napájaných z jedného bloku je oddelená protipožiarnou stenou, čím je zabránené šíreniu požiaru medzi čerpadlami jednej redundancie napájaných z rozdielnych blokov, ako aj šíreniu požiaru medzi redundanciami systému TVD navzájom.

Voči externým záplavám je systém TVD chránený umiestnením elektrárne vo väčšej nadmorskej výške voči svojmu okoliu. Odolnosť systému TVD voči interným záplavám je zabezpečená redundančným riešením systému TVD, umiestnením komponentov v objektoch v dostatočnej výške od podlahy nad uvažovanou záplavovou hladinou.

Odolnosť voči letiacim úlomkom je zabezpečená priestorovou separáciou redundancií systému TVD.

Voči pádu ťažkého bremena je systém zabezpečený priestorovou separáciou redundancií systému TVD, stabilitou žeriavov počas seizmickej udalosti a organizačnými opatreniami tak, aby prepravné trasy ťažkých bremien nezasahovali do priestoru zariadení systému TVD.

Odolnosť systému TVD voči švihom vysokoenergetických potrubí je zabezpečená priestorovou separáciou redundancií systému, vedením zvislých potrubí TVD k zásobným nádržiam TVD v strojovni pozdĺž stĺpov stĺpovej rady B, (ktoré chránia potrubia TVD voči švihom vysokoenergetických potrubí), vzdialenosťou potrubí systému TVD od vysokoenergetických potrubí a vhodným uložením potrubí s vysokoenergetickým médiom.

Systém TVD je odolný voči maximálnemu projektovému zemetraseniu a plní požiadavku na integritu tlakového celku i na funkčnosť aktívnych komponentov počas a po seizmickej udalosti (seizmická trieda SK1a a 1b). Rozvody TVD v strojovni, ktoré nie sú seizmicky odolné, sú od seizmicky odolných rozvodov TVD v II.O. v prípade výskytu seizmickej udalosti bezpečne oddelené dvojicou v sérii zapojených rýchločinných armatúr, ktoré sa automaticky zatvárajú od signálu ESFAS.

Odolnosť systému TVD voči podmienkam interného prostredia je zabezpečená použitím komponentov kvalifikovaných na podmienky prostredia, v ktorom sú zariadenia TVD umiestnené. Zariadenia systému TVD umiestnené vo vonkajšom prostredí sú kvalifikované pre extrémne klimatické podmienky.

6.4.5.5.2.3.3 Analýza spoľahlivosti

TVD zabezpečuje spoľahlivý odvod tepla do atmosféry z bezpečnostných systémov oboch blokov počas normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky a v havarijných podmienkach. Zabezpečuje neprerušný prívod chladiacej vody pre odvod tepla z bezpečnostných systémov a systémov súvisiacich s jadrovou bezpečnosťou, kde nie je možné pripustiť dlhodobý výpadok chladenia, pri všetkých predpokladaných prevádzkových stavoch blokov (normálna prevádzka, pri strate napájania vlastnej spotreby, pri seizmickej udalosti, a pri ďalších režimoch bloku - plánované dochladenie, havarijne dochladzovanie cez zariadenie sekundárneho okruhu alebo cez zariadenia primárneho okruhu v prípade LOCA alebo seizmickej udalosti). TVD je tvorená troma redundanciami, ktoré sú súčasťou príslušnej bezpečnostnej divízie.

Zlyhanie funkčnosti VCHV a zlyhanie elektrického napájania 1. redundancie systému TVD sú hlavné zlyhania systému TVD. Spoľahlivosť systému TVD spĺňa bezpečnostný cieľ.

6.4.5.5.2.4 Preukázanie kvalifikácie systému

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj počas havarijných situácií pre systém TVD sú definované v dokumente „Charakteristiky prostredí – špecifikácie“.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti od ich umiestnenia. Podrobný prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie systému TVD je uvedený v databázovom systéme riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.4.5.5.3 Bezpečnostné zhodnotenie

Systém TVD môže výrazne ovplyvniť bezpečnosť jadrového bloku. V prípade výskytu havárie systém TVD zaistí funkčnosť jej zmierňovania a bude taktiež funkčný vo všetkých prevádzkových režimoch.

Osobitné požiadavky na vybrané zariadenia systému TVD sú uvedené a vyhodnotené podľa vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [I.5]:

bod C. Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora [I.5]

- (2) Systém odvodu zostatkového tepla sa musí projektovať tak, aby sa na odstavenom jadrovom zariadení neprekročili medzné parametre palivových článkov.

- (3) Projekt musí zahŕňať zálohovanie bezpečnostných systémov odvodu zostatkového tepla, kontrolu únikov chladiwa 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.
- (5) Projekt musí zahŕňať riešenie spoľahlivého konečného odvodu tepla z vybraných zariadení počas stavov normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky, projektových havárií a počas vybraných ťažkých havárií čiastočne prispievať k odvodu tepla. Konečným odvodom tepla sa rozumie odvod zostatkového tepla do atmosféry alebo do vody, alebo ich kombinácia.
- (6) Spoľahlivosť systémov podieľajúcich sa na finálnom odvode 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, izoláciou.

Hodnotenie:

Systém TVD je tvorený tromi úplne nezávislými redundanciami. Normálne pracujú všetky tri redundancie s rozdelením jednotlivých spotrebičov tak, aby redundancie boli rovnomerne tepelne zaťažené. Každá redundancia je schopná v normálnej prevádzke bloku, v abnormálnej prevádzke bloku a v havarijných podmienkach bloku zabezpečiť 100% dodávku množstva TVD pre chladené spotrebiče a odvod akumulovaného tepla zo spotrebičov do atmosféry. Každá redundancia TVD je dimenzovaná pre zvládnutie LOCA na jednom bloku so súčasnou stratou napájania vlastnej spotreby a dochladzovaním druhého bloku aj pri výskyte extrémne vysokých teplôt vonkajšieho ovzdušia. Tým je zabezpečené, aby vznik udalosti na jednom bloku neohrozil odvod tepla z iného bloku.

Systém TVD je funkčný v dlhodobej fáze odvodu tepla i po odstavení blokov - spoľahlivo odvádza po neobmedzenú dobu teplo z chladených zariadení po seizmickej udalosti alebo počas dlhodobej straty napájania vlastnej spotreby. Funkčnosť systému TVD v dlhodobej fáze odvodu tepla je zabezpečená napájaním elektrických zariadení TVD zo SZN II. kategórie a záložným doplňovaním prídavnou vodou s využitím interných a externých zdrojov a prostriedkov systému pre záložné doplňovanie vody do systému TVD. Záložné zdroje vody pre doplňovanie do systému TVD sú seizmicky odolné a nezávislé od elektrického napájania.

Všetky tri redundancie systému TVD sú nezávislé z hľadiska potrubných prepojení. Čerpadlá, VCHV a potrubné rozvody sú priestorovo oddelené. Existujúce prepojenia medzi redundanciami TVD (chladienie technologických kondenzátorov, dochladzovacie čerpadlá, stanica čistenia plyných odpadov) sú na eliminovanie chyby so spoločnou príčinou opatrené dvojicou do série zapojených oddeľovacích armatúr, ktoré sú počas normálnej chladiacej prevádzky uzatvorené a uzamknuté. Všetky tri redundancie systému TVD sú taktiež nezávislé z hľadiska elektrického napájania. Každá redundancia chladí dieselgenerátor, z ktorého je núdzovo napájaná. Elektrické napájanie každej redundancie je zabezpečené zo SZN, ktorá umožňuje prevádzku systému TVD počas straty napájania vlastnej spotreby z vonkajších zdrojov.

bod I. Bezpečnostné systémy [I.5]

- (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. q) a s),
 - d) pozostávať najmenej z dvoch nezávislých systémov založených na rôznych princípoch a schopných vykonávať funkciu aj pri jednoduchej poruche.

Hodnotenie:

1 a) Systém TVD je ovládaný manuálne, diaľkovo z BD, ND a automaticky prevádzkovými automatikami a prednostne systémom ESFAS. Systém sa aktivuje automaticky a nie je potrebný zásah operátora.

V dokumente Požiadavky európskych prevádzkovateľov sa nachádzajú kritéria pre autonómiu elektrárne v medzinárodne zameraných bezpečnostných požiadavkách. Podľa tohto dokumentu bezpečnosť elektrárne musí byť zabezpečená bez vonkajších zásahov po dobu minimálne 72 hodín od príslušnej iniciačnej udalosti a po dobu minimálne 6 hodín od iniciačnej udalosti.

1 d) Analýzou spotreby TVD po seizmickej udalosti sa preukázalo, a to aj za veľmi konzervatívnych predpokladov, že po zemetrasení sú zásoby vody v seizmickej časti schopné zabezpečiť dochladenie elektrárne a odvádzanie tepla po dobu minimálne 72 hodín bez vonkajších zásahov. Okrem toho sú podľa tejto analýzy splnené aj obmedzenia ohľadne nevyužívania prenosného vybavenia po dobu min. 6 hodín a tak po zemetrasení nevzniká technická potreba spoliehať sa na zásoby vody v neseizmickej časti. Po seizmickej udalosti alebo pri dlhodobej strate napájania vlastnej spotreby po vyčerpaní vlastnej zásoby vody bude TVD trvalo doplňovaná prostriedkami záložného doplňovania zo zásobníkov v areáli alebo mimo areálu elektrárne.

- (6) Aktivácia a manipulácia s bezpečnostnými systémami by mala 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 TVD je ovládaný automaticky prevádzkovými automatikami, prednostne systémom ESFAS, a taktiež manuálne, diaľkovo z BD, ND. Systém sa aktivuje automaticky a nie je potrebný zásah operátora.

Záverom možno konštatovať, že projekt systému TVD spĺňa všetky Osobitné požiadavky definované pre podporný bezpečnostný systém vyhláškou ÚJD SR č. 430/2011, Príloha č. 3, časť B, II, body A a I [I.5].

LITERATÚRA

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

- [I.1] BNS I.1.2/2008 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 11/2008
- [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. 58 / 2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [I.4] Zákon č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon)
- [I.5] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z. z, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [I.6] Safety issues and their ranking for WWER 440 model 213 NPPs, IAEA-EBP-WWER-03, April 1996
- [I.7] Protection against Internal Hazards other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants. IAEA Safety Guide, No. NS-G-1.11, Vienna 2004.
- [I.8] Regulatory Guide 1.115, Protection Against Low-Trajectory Turbine Missiles. US NRC, Regulatory Guide, Office of Standards Development, Revision 1, July 1977.
- [I.9] Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried - textová časť, S052000301T_F2
- [I.10] Požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia 3. a 4. bloku JE Mochovce, S012000501T_F3
- [I.11] BNS I.4.2/2006 Požiadavky na vypracovanie pravdepodobnostných analýz bezpečnosti
- [I.12] Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008 Pripomienky k rozsahu a obsahu PBS pre MO34
- [I.13] 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.14] 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.15] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 01/2014
- [I.16] Rozhodnutie ÚJD SR č. 63/2015: Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried

II Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a. s.

- [II.1] Scenár pre uvedenie bloku do bezpečného stavu po seizmickej udalosti, ev. č.: DMO/022/2701/T/F6/S, VUJE, a. s., Trnava, 2007
- [II.2] SSEL pre 3. blok EMO - Strojná časť - zariadenia seizmickej kategórie 1a, 1b, 2a, ev.č. DMO/022/2710/T/F4/S

[II.3] SSEL pre 4. blok EMO - Strojná časť - zariadenia seizmickej kategórie 1a, 1b, 2a, ev.č.
DMO/022/2711/T/F4/S