

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.08 Systém premeny energie

Stavba: Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: nejadrový ostrov
Construction: 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: non-nuclear island
Stavebník: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce
Constructor: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

		LC					
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil	Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil	
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	NO	SEC. INDEX / INDEX utajenia
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	x	Information Only / Len na informáciu	
			The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.				
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 05		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361094		A4	6.08	RS	Z
				Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
				1	43		

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436109405_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 23.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE, a.s.	0520	23.07.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE, a. s.	0520	23.07.2019		
Verified by / Overil:			VUJE, a.s.	0720	23.07.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE, a.s.	1703	23.07.2019		

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.

[illegible]

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 06.08 Systém premeny energie	• PNM3436109405_S_C00_V	• 05
2.	• Kapitola 06.08 Systém premeny energie	• PNM3436109405_S_C00_V	• 05
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	6
6.8 Systém premeny energie	8
6.8.1 Potrubný systém od RČA po RZV TG	8
6.8.1.1 Opis systému	8
6.8.1.1.1 Bezpečnostné funkcie	10
6.8.1.1.2 Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie	11
6.8.1.1.3 Systémy, ktoré podporujú potrubný systém od RČA po RZV TG	11
6.8.1.1.4 Elektrické napájanie	12
6.8.1.1.5 Systém kontroly a riadenia	12
6.8.1.1.6 Činnosť obsluhy	12
6.8.1.1.7 Popis a zásady prevádzkových stavov	12
6.8.1.1.7.1 Normálna prevádzku bloku	12
6.8.1.1.7.2 Abnormálna prevádzka a prevádzka za havarijných podmienok bloku	13
6.8.1.1.8 Detailné prvky projektu	13
6.8.1.1.8.1 Dispozičné riešenie	13
6.8.1.1.8.1.1 Hlavné komponenty systému	13
6.8.1.2 Technické hodnotenie	14
6.8.1.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia	14
6.8.1.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť	15
6.8.1.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií	15
6.8.1.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy	15
6.8.1.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	15
6.8.1.2.3.3 Analýza spoľahlivosti	15
6.8.1.2.3.4 Preukázanie kvalifikácie systému	16
6.8.1.3 Bezpečnostné zhodnotenie systému	16
6.8.2 Turbogenerátor s príslušenstvom	19
6.8.2.1 Opis systému	19
6.8.2.1.1 Bezpečnostné funkcie	21
6.8.2.1.2 Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie	21
6.8.2.1.3 Funkčne príbuzné systémy TG	22
6.8.2.1.4 Osobitné požiadavky	22
6.8.2.1.5 Elektrické napájanie	22
6.8.2.1.6 Systém kontroly a riadenia	23
6.8.2.1.7 Činnosť obsluhy	23
6.8.2.1.8 Popis a zásady prevádzkových stavov	24
6.8.2.1.8.1 Normálna prevádzku bloku	24
6.8.2.1.8.2 Abnormálna prevádzka a prevádzka za havarijných podmienok	24
6.8.2.1.9 Detailné prvky projektu	24
6.8.2.1.9.1 Dispozičné riešenie	24
6.8.2.1.9.2 Hlavné komponenty systému	24
6.8.2.1.9.2.1 Turbína	24
6.8.2.1.9.2.2 Generátor	27
6.8.2.2 Technické hodnotenie	27
6.8.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia	27
6.8.2.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť	27
6.8.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému	28
6.8.2.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy	28
6.8.2.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	28
6.8.2.2.3.3 Analýza spoľahlivosti	28
6.8.2.2.3.4 Preukázanie kvalifikácie systému	28
6.8.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie	29
6.8.3 Ostatné zariadenia v systéme konverzie pary	30

6.8.3.1	Opis systému	30
6.8.3.2	Účel systému	30
6.8.3.2.1	Opis konštrukcie a funkčnosti	31
6.8.3.2.1.1	Bezpečnostné funkcie, ktoré plní systém	36
6.8.3.2.1.2	Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie	36
6.8.3.2.1.3	Systémy, ktoré podporujú ostatné zariadenia v systéme konverzie pary	37
6.8.3.2.1.4	Elektrické napájanie	37
6.8.3.2.1.5	Systém kontroly a riadenia	37
6.8.3.2.2	Činnosť obsluhy	37
6.8.3.2.3	Popis a zásady prevádzkových stavov	38
6.8.3.2.3.1	Normálna prevádzka bloku	38
6.8.3.2.3.2	Prevádzka bloku za abnormálnych a havarijných podmienok	38
6.8.3.2.4	Detailné prvky projektu	38
6.8.3.2.4.1	Dispozičné riešenie	38
6.8.3.2.4.2	Hlavné komponenty systému	38
6.8.3.3	Technické hodnotenie systému	40
6.8.3.3.1	Požiadavky na vybrané zariadenia	40
6.8.3.3.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť	40
6.8.3.3.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému	41
6.8.3.3.3.1	Kritérium jednoduchšej poruchy	41
6.8.3.3.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou	41
6.8.3.3.3.3	Analýza spoľahlivosti	41
6.8.3.3.3.4	Preukázanie kvalifikácie systému	41
6.8.3.4	Bezpečnostné zhodnotenie systému	41
LITERATÚRA		43

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

AZ	- aktívna zóna
BD	- bloková dozorňa
BT	- bezpečnostná trieda
BUK	- bloková úprava kondenzátu
DBA	- projektová havária
DG	- dieselgenerátor
DPS	- dielčíprevádzkový súbor
EMO12	- Elektrárne Mochovce 1. a 2. blok
ENČ	- elektro napájacie čerpadlo
ESFAS	- systém pre spúšťanie technických prostriedkov pre zaistenie bezpečnosti
HK	- hlavný kondenzátor
HNČ	- havarijné napájacie čerpadlo
HNK	- hlavný napájací kolektor
HPK	- hlavný parný kolektor
HSCHZ	- havarijný systém chladenia zóny
CHÚV	- chemická úprava vody
I.O.	- primárny okruh
II.O.	- sekundárny okruh
IPBD	- prípojnice zapúzdrených vodičov
JE	- jadrová elektráreň
MO34	- Mochovce 3. a 4. blok
ND	- núdzová dozorňa
NN	- napájacia nádrž
NT	- nízkotlaký
NTO	- nízkotlakový ohrievač
ODH	- ochrana do hĺbky
PČS	- podávacie čerpadlo separátu
Pel	- elektrický výkon
PG	- parogenerátor
PBS	- predbežná bezpečnostná správa
PpBS	- predprevádzková bezpečnostná správa
PS	- prevádzkový súbor
PSA	- prepúšťacia stanica do atmosféry
PSK	- prepúšťacia stanica do kondenzátora
PSS	- stabilizátor elektrického systému
PV	- poistný ventil
RČA	- rýchlo činná armatúra
RHR	- systém odvodu zostatkového tepla
RMS	- systém radiačných meraní
RSD	- redukčná stanica dochladzovania
RV	- regulačný ventil
RZK	- rýchlozáverná klapka
RZV	- rýchlozáverný ventil

SHNČ	- superhavarijné napájacie čerpadlo
SKR	- systém kontroly a riadenia
SN	- strata napájania
SPP	- separátor a paroprehrievač
STD	- sprievodná technická dokumentácia
SZN	- systém zaisteného napájania
TCS	- riadiaci systém turbíny
TG	- turbogenerátor
TK	- technologický kondenzátor
TP	- technologický predpis
TPS	- ochranný systém turbíny
TVD	- technická voda dôležitá
ÚJD SR	- Úrad jadrového dozoru SR
VT	- vysokotlakový
VS	- vlastná spotreba
VTO	- vysokotlakový ohrievač
ZK	- záchytná klapka
ZN	- zaistené napájanie
ZNK	- zberná nádrž kondenzátu

6.8 SYSTÉM PREMENY ENERGIE

Kapitola PpBS 6.8 je vypracovaná v súlade s bezpečnostným návodom ÚJD SR BNS I.1.2/2008 [II.1], pričom bolo prihladené k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 [II.9] (v primeranom rozsahu).

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

Táto kapitola popisuje hlavné systémy a komponenty sekundárneho okruhu, ktoré zaisťujú premenu energie, t.j. odvod zostatkového tepla z I.O. technológiou II.O., produkciu elektrickej energie turbínou a generátorom, zohrievanie kondenzátu a jeho prenos z hlavných kondenzátorov TG do nádrží napájacej vody a z nádrží napájacej vody do parogenerátorov.

6.8.1 Potrubný systém od RČA po RZV TG

Táto kapitola sa zaoberá systémom odberu pary z parogenerátora prostredníctvom parného potrubia medzi rýchločinnými armatúrami (RČA) a rýchlozávernými ventilmi (RZV) na vstupe do turbín.

Tento systém je v prevádzke počas normálnych podmienok a prípadne aj počas abnormálnych podmienok bloku. Účelom tohto systému je bezpečný prenos pary z parogenerátorov do turbín a do redukčných staníc. V prípade dochladzovania bloku, časť tohto systému zaisťuje prenos pary z PG do PSK systému alebo do redukčnej stanice dochladzovania.

6.8.1.1 Opis systému

Systém pozostáva z nasledovných častí:

- Potrubie od RČA po HPK a z HPK do RZV TG.
- Potrubie k PSK (odbočka z potrubnej trasy k turbíne, medzi separátorom a RZV TG).
- Potrubie k redukčnej stanici (potrubná odbočka z HPK).
- Potrubie prívodu pary/vody k RSD a do TK dochladzovania (potrubná odbočka z HPK).
- Potrubie odvodnenia do ZNK (potrubná odbočka z HPK).

Súčasťou systému sú aj inštalované hraničné zariadenia na vyššie uvedených potrubných trasách.

Hlavné parné trasy (6 ks na jeden blok) prepravujú paru od RČA (v rámci tohto systému) do turbín a HPK. Potrubia z PG2, PG3, PG5, PG6 pre 3. blok a z PG1, PG2, PG4, PG5 pre 4. blok sú vedené priamo na turbíny cez separátory pary a RZV TG. Pred každým RZV je odbočka na PSK (viď. kapitola 6.8.2). PSK systém sa používa pre dopravu pary do hlavných kondenzátorov počas prechodových režimov alebo počas dochladzovania I.O.

Všetky hlavné trasy parného potrubia sú navzájom prepojené cez hlavný parný kolektor. Toto umožňuje prepojenie ktoréhokoľvek PG s ktoroukoľvek turbínou (cez HPK). V prípade potreby môže byť HPK rozdelený pomocou elektrických sekčných armatúr.

Hlavné výstupy z HPK:

- Dve vetvy do redukčných staníc (dve pre každý blok) – nádrže napájacej vody s odplyňovačom, záložný ohrev nízkotlakovými ohrievačmi 4 a 5 a vývevy TG sú ďalej napojené z parného kolektora,
- Dve potrubia do redukčnej stanice dochladzovania.

Odvod zostatkového tepla z I.O. a dochladzovanie I.O. je zaistené nasledovnými zariadeniami II.O.:

a) v parnej fáze dochladzovania:

Napájacia voda do PG je zabezpečená:

- Hlavným napájacím čerpadlom (ENČ), vid' kap. 6.8.3,
- Havarijným napájacím čerpadlom (HNČ), vid' kap. 6.8.3,
- Superhavarijným čerpadlom (SHNČ), vid' kap. 6.4.5.2 PpBS

Odvod pary z PG je zabezpečený:

- Cez obtok TG – PSK stanica (vid' kap. 6.8.2)
- Stanicou dochladzovania
- Cez prepúšťacie ventily – PSA stanica, vid' kap. 6.4.5.3

b) vo vodnej fáze dochladzovania:

- Stanicou dochladzovania

resp.

- Systémom havarijného dochladzovania po seizmickej udalosti, vid' kapitola 6.4.1 PpBS.

Časť tohto systému zaisťuje dochladzovanie I.O. a odvod zostatkového tepla z I.O. v nasledovných prípadoch:

- Plánované odstavenie a dochladenie bloku,
- Havarijné odstavenie a dochladenie bloku (bez použitia systémov HSCHZ)

t.j.

- ak je dostupné normálne elektrické napájanie,
- počas SN (bez zlyhania technológie)
- ak nie je dostupný HPK

Systémy ako PSA, superhavarijné napájanie a HSCHZ sú podrobne popísané v iných kapitolách PpBS.

Ďalej v texte je uvedený podrobný popis systému, ktorý slúži na dochladenie a odvod zostatkového tepla systémami II.O.

Dochladzovacia stanica ďalej slúži na odstavenie do horúceho stavu a na kondenzáciu nadbytočnej pary počas nábehu bloku.

Dochladzovanie I.O. a odvod zostatkového tepla sú vykonávané v troch režimoch – parný režim, paro-vodný a vodný režim.

Parný režim – na začiatku je para z PG vedená cez PSK do hlavného kondenzátora (alebo pri seizmickej udalosti do PSA so súčasným doplňovaním PG napájacou vodou pomocou SHNČ). Po redukcii množstva pary z PG, je para z PG vedená cez redukčné stanice dochladzovania do technologických kondenzátorov. Pri dostatočnom tlakovom spáde je kondenzát z technologických kondenzátorov odvedený do napájacích nádrží a ďalej prečerpaný pomocou HNČ do PG. Na konci parnej etapy, keď nie je dostatočný tlakový spád, je kondenzát cez regulačný ventil prečerpaný do zbernej nádrže kondenzátu. Týmto spôsobom

technologický kondenzátor nebude nežiaduco zatopený vodou. Parná etapa je ukončená pri poklese teploty I.O. pod projektovú hodnotu.

Paro-vodný režim – V tejto fáze sú PG parné potrubia medzi PG a TK dochladzovania, vrátane potrubí do TG (až po RZV) zaplnené vodou. PG sú zaplnené prostredníctvom HNČ a parné potrubia sú zaplnené pomocou dochladzovacích čerpadiel.

Vodný režim – Na začiatku tejto fázy voda cirkuluje pomocou jedného dochladzovacieho čerpadla v nasledovnom okruhu – PG, TK, napájacia nádrž, dochladzovacie čerpadlo, PG. Po vyrovnaní teploty vody za TK a v napájacej nádrži, dochladzovacie čerpadlo je priamo pripojené na TK a napájacia nádrž je pripojená na sanie dochladzovacieho čerpadla a slúži ako vyrovnávacia nádrž. Ak jedno dochladzovacie čerpadlo nepostačuje, zapojí sa do prevádzky druhé dochladzovacie čerpadlo. Dochladzovanie I.O. pokračuje do projektovej teploty I.O. =pre tento režim. Následne sa vykonáva dochladzovanie.

Uvedené funkcie sú zaisťované technológiou II.O. tvoriacou oddelenú skupinu obsahujúcu jednu stanicu dochladzovania pre každý blok. Stanice dochladzovania pozostávajú z dvoch redukčných staníc dochladzovania, dvoch TK, troch dochladzovacích čerpadiel a potrubných prepojení pre každý blok.

Taktiež HNČ a NN s prepojovacím potrubím sú funkčne napojené na stanicu dochladzovania ako je popísané vyššie.

Prepojovacie potrubie umožňuje dochladzovanie bloku pomocou troch PG v prípade oddelenia polovice HPK a hlavného napájacieho kolektora (HNK). Zariadenia oboch polovic HPK a HNK sú taktiež nezávislé z pohľadu elektrického napájania.

Na strane HPK je vstup do obtokových ventilov napojených na parnej strane, čo umožňuje pri nízkych parametroch pary, keď kapacita jedného ventilu nie je dostatočná, prevádzku oboch obtokových ventilov s použitím jedného TK. Prostredníctvom tohto prepojovacieho potrubia môže byť TK prevádzkovaný s obtokovým ventilom, nie k nemu priradenom.

Potrubie medzi sacím kolektorom HNČ a sacou stranou dochladzovacích čerpadiel je zdvojené. Ďalej sú zdvojené potrubné prepojenia medzi TK a NN. Výtlak dochladzovacích čerpadiel s výtlakom HNČ sú taktiež zdvojené.

TK je vybavený dvoma hrdlami na odvod kondenzátu počas vodného režimu odvodu zostatkového tepla a ďalším hrdlom, ktorý počas parného režimu slúži na odvod zostatkového tepla. V parnom režime odvodu zostatkového tepla je kondenzát z TK odvádzaný do NN (dostatočný tlakový spád). Ak tlakový spád nie je dostatočný na odčerpanie kondenzátu z TK do NN, kondenzát je prečerpaný do zbernej nádrže kondenzátu. Týmto spôsobom nedôjde k neželanému zatopeniu TK vodou. TK je chránený impulznými poistnými ventilmi. TK sú chladené prostredníctvom TVD. TK sú napojené na systém TVD takým spôsobom, že jeden je napojený na 1.systém, ďalší na 2. systém a oba sú napojené na 3. systém.

6.8.1.1.1 Bezpečnostné funkcie

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.5] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015[II.11], a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS sú hodnotené systémy zaradené do BT III.

Hodnotené systémy plnia špecifickú bezpečnostnú funkciu:

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

V rozsahu tejto kapitoly hodnotené časti systému odvodu zostatkového tepla, ktoré plnia vyššie uvedenú bezpečnostnú funkciu: hlavné potrubné trasy od RČA po HPK a potrubia z HPK na RSD a TK dochladzovania, vrátane inštalovaných hraničných armatúr (oddeľovacie/uzatvárajúce ventily stanice dochladzovania, redukčnej stanice). Ostatné časti systému odvodu zostatkového tepla sú opísané v kapitolách 6.8.2, 6.8.3 nižšie.

Zvyšné časti systému hodnoteného v rozsahu tejto kapitoly (tie ktoré nie sú súčasťou systému odvodu zostatkového tepla) neplnia v súlade s [II.5] žiadnu bezpečnostnú funkciu.

Poznámka: Vyššie uvedené systémy (stanice dochladzovania, HNČ, NN a príslušné potrubné trasy s armatúrami) dochladzovania bloku a odvodu zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. patria do 1., 2. úrovne ODH. Tieto systémy v špecifických prípadoch môžu plniť funkcie aj tretej úrovne, napr. SN bez seizmickej udalosti.

6.8.1.1.2 Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Hodnotené systémy (stanica dochladzovania, HNČ, NN a príslušné potrubné trasy s armatúrami) dochladzovania bloku a odvodu zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. sú v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.5] zaradené medzi vybrané zariadenia s bezpečnostnou triedou BT III.

Zariadenia hodnotených systémov sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.5] 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 hodnotených systémov, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.3], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.12].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.13], §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 [II.13]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.13], §3, resp. Príloha č.1 a Príloha č.3, časť B ods. II, **pre vybrané zariadenia hodnotených systémov nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.5].**

Z uvedeného a s odvolaním na obsah a konštatovania kap. 6.8.1.1.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia hodnotených systémov požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.13] (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), spĺňajú.**

Pre systém sa nepožaduje sa seizmická odolnosť pri seizmickej udalosti.

6.8.1.1.3 Systémy, ktoré podporujú potrubný systém od RČA po RZV TG

Systémy, ktoré podporujú hodnotený systém sú:

- PG - viď kapitola 6.2.4 PpBS
- Systém PV PG - viď kapitola 6.4.5.4 PpBS
- Systém PSA PG - viď kapitola 6.4.5.3 PpBS
- Systém RČA PG - viď kapitola 6.4.5.7 PpBS
- TG s príslušenstvom - viď kapitola 6.8.2
- Systém dochladzovania - viď kapitola 6.8.3

- Systém elektrického napájania - vid' kapitola 6.8.1.1.4
- Všetky merania a regulačné okruhy SKR - vid' kapitola 6.8.1.1.5

6.8.1.1.4 Elektrické napájanie

Princíp elektro časti a zaisteného napájania je popísaný v kapitole 6.6 - Elektrické napájanie tejto PpBS. V kapitole sú popísané:

- Spoločné a základné princípy riešenia systému zaisteného elektrického napájania jadrovej elektrárne
- Požiadavky na elektrické napájanie spotrebičov (opis údajov a hodnoty)
- Schéma zaisteného elektrického napájania jadrovej elektrárne – opis zdrojov a rozvodov zaisteného elektrického napájania, vrátane núdzových napájacích systémov.

Hraničné zariadenia (ventily) hodnotených potrubných trás (pozri kapitolu 6.8.1.1 vyššie) sú napájané z nezávislého ZN. Rozvody elektrického napájania sú vyhotovené vzhľadom na dôležitosť spotrebiča a jeho bezpečnostné funkcie. To umožňuje prevádzku systému aj v prípade SN. Napájanie je zabezpečené z batérií a / alebo z DG.

Ostatné, z hľadiska jadrovej bezpečnosti nedôležité elektrické spotrebiče sú napájané z bežnej distribučnej siete (ZN III. kategórie).

6.8.1.1.5 Systém kontroly a riadenia

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a riadenie zariadení v súlade s vykonávacím projektom.

Jednotlivé zariadenia parného potrubného systému od RČA po RZV TG sú iniciované automaticky (ESFAS systém) alebo ručne z BD a ND. Signály ESFAS umožňujú odvod zostatkového tepla z I.O. za normálnych prevádzkových podmienkach a abnormálnych podmienkach pri strate normálneho napájania.

Systém ESFAS je detailne popísaný a vyhodnotený v kapitole 6.5.3.

6.8.1.1.6 Činnosť obsluhy

Prevádzka jednotlivých zariadení je vykonávaná v súlade s platnou prevádzkovou dokumentáciou pre normálnu prevádzku a abnormálne prevádzkové stavy.

Predpisy pre normálnu prevádzku:

- Tepelná úprava vody a pomocné nádrže
- Potrubné rozvody pary, redukčné stanice a rozvod kondenzátu
- Dochladzovacie zariadenia reaktora

Prevádzkové predpisy MO34 sú stručne popísané v kap. 9.3 tejto PpBS.

6.8.1.1.7 Popis a zásady prevádzkových stavov

6.8.1.1.7.1 Normálna prevádzka bloku

Za normálnej prevádzky bloku systém dopravuje paru na turbíny alebo do redukčnej stanici na ďalšiu distribúciu .

Počas dochladzovania bloku tento systém zaisťuje dopravu pary do PSK alebo do stanice dochladzovania. Dochladzovacia stanica poskytuje normálne chladenie primárneho okruhu v príslušných prevádzkových režimoch. Kondenzát sa odvádza z TK v závislosti na prevádzkovom režime reaktorového bloku do NN, ZNK alebo vo vodnom režime späť do PG - pozri kap. 6.8.1.1 vyššie.

Prevádzka jednotlivých zariadení je vykonávaná v súlade s platnou prevádzkovou dokumentáciou pre normálnu prevádzku bloku - viď kap. 6.8.1.1.6 vyššie.

6.8.1.1.7.2 Abnormálna prevádzka a prevádzka za havarijných podmienok bloku

Počas abnormálnej prevádzky a v havarijných stavoch bloku prevádzka systému dopravy pary na turbíny a do redukčných staníc nie je požadovaná.

Ak je tento systém je funkčný pri abnormálnom prevádzke, pracuje rovnako ako počas normálnej prevádzky.

Systém PSK sa používa na prepravu pary do hlavných kondenzátorov počas prechodových stavoch alebo pri odvode zostatkového tepla. V prípade, že PSK je funkčná pri abnormálnej prevádzke, resp. v havarijných stavoch bloku, pracuje rovnako ako počas normálnej prevádzky.

Hlavnou úlohou tohto systému počas abnormálnej prevádzky bloku je preprava pary do PSK a do stanice dochladzovania v režime odvodu zostatkového tepla alebo počas dochladzovania bloku.

Prevádzka jednotlivých zariadení je vykonávaná v súlade s platnou prevádzkovou dokumentáciou pre abnormálne prevádzkové stavy- viď kap. 6.8.1.1.6 vyššie.

V havarijných stavoch bloku nie je požadovaná prevádzka hodnoteného systému. Odvod zostatkového tepla je zabezpečený bezpečnostnými systémami. Avšak hodnotený systém môže byť tiež použitý v špecifických havarijných stavov (napr. SN bez technologickej havárie).

Po seizmickej udalosti sú odvod zostatkového tepla a dochladzovanie bloku uskutočňované v dvoch po sebe idúcich krokoch:

- v 1. fáze prebieha tzv. parný režim odvodu tepla z AZ a to cez PSA a súčasným doplnovaním PG napájacou vodou pomocou SHNČ,
- v 2. fáze prebieha tzv. vodný režim odvodu tepla z AZ pomocou systému dochladzovacieho systému pri seizmickej udalosti.

6.8.1.1.8 Detailné prvky projektu

6.8.1.1.8.1 Dispozičné riešenie

6.8.1.1.8.1.1 Hlavné komponenty systému

Potrubie od RČA po HPK a RZV TG

Hlavné parné trasy (6 ks pre jeden blok) dopravujú paru od RČA (v rámci tohto systému) do turbín. Potrubia z PG2, PG3, PG5, PG6 pre 3. blok a z PG1, PG2, PG4, PG5 pre 4. blok sú vedené priamo do turbín cez elektrické sekčné armatúry, separátor pary a RZV TG. Všetky hlavné parné trasy sú navzájom prepojené cez hlavný parný kolektor. HPK je v strede vybavený dvomi elektrickými zatváracími armatúrami s obtokmi. Tieto armatúry sú normálne otvorené, ale umožňujú rozdeliť HPK na dve polovice.

Potrubie k PSK

Odbočka do PSK je inštalovaná medzi separátor pary a RZV TG. Každá turbína má dva PSK, viď kap. 6.8.2.

Prepravná kapacita odbočky zabezpečuje dopravu pary do hlavných kondenzátorov počas prechodových režimov alebo počas dochladzovania bloku.

Potrubie k redukčnej stanici

Potrubie do redukčnej stanice je pripojené k obom poloviciam HPK. Redukčná stanica pozostáva z elektricky poháňaných ventilov – uzatvárací ventil s obtokom, regulačným ventilom a ventilom na výstupe.

Para z redukčnej stanice je vedená do dvoch kolektorov pary vlastnej spotreby. Účelom kolektorov pary vlastnej spotreby je vyrábať a rozvádzať paru k jednotlivým spotrebičom. NN s odplyňovačmi, záložný ohrev nízkotlakovými ohrievačmi 4 a 5 a prúdové čerpadlo parnej vody TG sú napájané z parného kolektora vlastnej spotreby. Na týchto kolektoroch sú umiestnené rozdeľovacie armatúry a poistné armatúry. Odvodnené je cez bimetalové odvádzacie kondenzátu.

Potrubie prívodu pary/vody do redukčnej stanice odvodu zostatkového tepla a do TK

Dve odbočky prívodu pary/vody sú vedené z HPK do dvoch RSD. Na týchto odbočkách sú inštalované zatváracie ventily. Redukčná stanica je projektovaná paralelnou konfiguráciou (1+1) s možným prepojením vstupu a výstupu RSD. Každá RSD je vybavená hlavným potrubím (s elektrickým uzatváracím ventilom a regulačným ventilom. Ako bezpečnostná ochrana RSD sú inštalované poistné ventily.

Para alebo voda z RSD je dopravovaná do TK potrubím s uzatváracím ventilom. Odvodnenie potrubí do zbernej nádrže kondenzátu je zabezpečené separátormi kondenzátu.

Pozn.: Ostatné časti hodnoteného systému (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a príslušné potrubné trasy s armatúrami) dochladzovania bloku a odvodu zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. sú popísané v kap. 6.8.3.

Odvodnenie do ZNK

Vysokotlakové parné potrubia sú odvodňované alebo vyprázdňované cez separátory kondenzátu do zberne odvodnení. Kondenzát zo zberne je prepravený cez odplyňovače do zbernej nádrže kondenzátu.

Stredno-tlakové a nízko-tlakové parné potrubia sú odvodňované cez separátory kondenzátu priamo do zbernej nádrže horúceho kondenzátu.

6.8.1.2 Technické hodnotenie

6.8.1.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

V súlade s Vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.5] systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a príslušné potrubné trasy s armatúrami) dochladzovania bloku a odvodu zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. sú pre ich dôležitosť v zmysle bezpečnosti bloku zaradené medzi vybrané zariadenia.

Ostatné časti systému hodnoteného v rozsahu tejto kapitoly (tie, ktoré nie sú súčasťou systému odvodu zostatkového tepla) neplnia žiadnu bezpečnostnú funkciu.

Pre všetky vybrané zariadenia, ktoré sú súčasťou tohto systému 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 jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánov kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.8.1.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Systémy a zariadenia popísané vyššie sú projektované vo vykonávacom projekte podľa príslušných požiadaviek, vyhlášok a noriem.

Požiadavky na pevnosť a životnosť a ich plnenie je dokladované v STD.

Pre hodnotené potrubné trasy a príslušné armatúry nie je vyžadovaná seizmická odolnosť.

Potrubné trasy sú kvalifikované na podmienky prostredia.

6.8.1.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií

6.8.1.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy

Pre tento systém nie je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchej poruchy. Avšak systém je projektovaný na zaistenie dostatočne vysokej spoľahlivosti a prevádzkovej flexibilitnosti, vid' kap. 6.8.1.2.3.3.

6.8.1.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Pre tento systém nie je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou. Systémy sú projektované takým spôsobom (funkčnosť, oddelenie, nezávislosť....), ktorý zaručuje určitú úroveň pre zvládnutie poruchy so spoločnou príčinou, napr. SN, nepriaznivé podmienky okolitého prostredia, vid' kap. 6.8.1.2.3.3.

Elektrické zariadenia a ovládacie obvody strojných zariadení sú zaistené potrebným plášťom (IP ochrana) proti možným zmenám prostredia v miestnostiach, kde je zariadenie inštalované. Plášť poskytuje ochranu elektrických zariadení aj pri nožnej zmene prostredia.

6.8.1.2.3.3 Analýza spoľahlivosti

Spoľahlivosť systému dopravy pary je zabezpečená projektom, konfiguráciou a vlastnosťami hlavných zariadení a potrubí. V prípade potreby je možné rozdeliť HPK a kolektor napájacej vody pomocou uzatváracích ventilov na dve polovice. Konfigurácia pripojenia potrubí pre tieto systémy (a tiež nasledovných systémov) je rovnaký pre obe polovice HPK a kolektora napájacej vody:

1. polkolektor HPK má nasledujúcu konfiguráciu: para z PG1, PG3, PG5; polkolektor napájacej vody; redukčné stanice a RSD1 (ďalej do kondenzátora dochladzovania).

2. polkolektor HPK má nasledujúcu konfiguráciu: para z PG2, PG4, PG6; polkolektor napájacej vody; redukčné stanice a RSD2 (ďalej do kondenzátora dochladzovania).

1. polkolektor napájacej vody má nasledujúcu konfiguráciu:

parný režim: kondenzát z kondenzátora dochladzovania NN; HNČ; polkolektor napájacej vody; PG1, PG3, PG5

vodný režim: kondenzát z kondenzátora dochladzovania; dochladzovacie čerpadlo; výtlačný polkolektor; polkolektor napájacej vody; PG1, PG3, PG5.

2. polkolektor napájacej vody má nasledujúcu konfiguráciu:

parný režim: kondenzát z kondenzátora dochladzovania; NN; HNČ; polkolektor napájacej vody; PG2, PG4, PG6

vodný režim: kondenzát z kondenzátora dochladzovania; odvodu zostatkového tepla; výtlačný polkolektor ; polkolektor napájacej vody; PG2, PG4, PG6.

Vyššie uvedené systémy (stanice dochladzovania, HNČ, NN a príslušné potrubné trasy s armatúrami) dochladzovania bloku a odvodu zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. a v rámci nich vybrané zariadenia patria do 1., 2. úrovne ODH. V špecifických prípadoch môžu plniť funkcie aj tretej úrovne, napr. SN bez seizmickej udalosti.

Zariadenie popísané v tejto kapitole sú predmetom HELB analýzy, ako aj hodnotenia ochrany voči letiacim úlomkom, detailne viď kap. 7.2.3.1 "Hodnotenie vnútorných rizík".

Dôležité elektrické spotrebiče sú napájané zo ZN. Ostatné spotrebiče sú elektricky napájané zo zdrojov normálneho napájania, ale môžu byť tiež napájané z hlavných a záložných zdrojov energie.

Pravdepodobnosť porušenia parovodov a hlavného parného kolektora je hodnotená v PSA. Spoľahlivosť ostatných zariadení hodnoteného systému nie je v rámci PSA samostatne hodnotená, ale táto nemá vplyv na splnenie bezpečnostného cieľa. Výsledky uvedené v PpBS kap. 7.3 „Pravdepodobnostné analýzy“ demonštrujú splnenie toho cieľa s dostatočnou rezervou.

6.8.1.2.3.4 Preukázanie kvalifikácie systému

Pre všetky potrubné trasy od RČA po RZV TG a od HPK po RSD a TK, vrátane inštalovaných hraničných zariadení (oddeľovacie/uzatváracie armatúry stanice dochladzovania a redukčnej stanici) 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 jadovoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky. Splnenie požiadaviek plánov kvality pre konkrétny komponent použitý v projekte je uvedené v STD.

6.8.1.3 Bezpečnostné zhodnotenie systému

Z dôvodov uvedených v kap. 6.8.1.1.2 sú na hodnotené systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a príslušné potrubné trasy s armatúrami) dochladzovania bloku a odvodu zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. uplatňované požiadavky definované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 [II.5], Príloha č. 3, Časť B/II. (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.13] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.5] 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, zabránenie 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, izoláciou.

Naplnenie požiadavky (3):

Odvod zostatkového tepla z I.O. je zabezpečený bezpečnostnými systémami vo všetkých DBA.

Odvod zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. tvorí zálohu, ktorá môže byť použitá v určitých havarijných podmienkach, a ktorý je tiež používaný v normálnej prevádzke a niektorých abnormálnych prevádzkových stavoch bloku.

Zostatkové teplo z primárneho okruhu je odvádzané cez PG, HPK a jeho prepojením s RDS a TK ktoré sú chladené TVD. Toto umožňuje odvod tepla z PG pomocou NN a HNC (v režime para-voda), alebo prostredníctvom čerpadiel odvodu zostatkového tepla (v režime vody).

Systém spĺňa kritériá a požiadavky na konštrukciu, najmä:

- Konštrukcia a usporiadanie systému zabezpečuje spoľahlivosť a funkčnú dostatočnosť. Systém je schopný zaistiť funkciu odvodu tepla pri zlyhaní hlavného zariadenia.
- Kapacita systému je dostatočná pre zabezpečenie odvodu tepla z primárneho okruhu.
- Napájanie systému je z nezávislých systémov ZN. V prípade straty vonkajších zdrojov napájania je napájanie zabezpečené z havarijných zdrojov (DG).
- Systém je konštruovaný tak, aby bola zaručená maximálna bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci za normálnych a abnormálnych prevádzkových režimov, v rámci bežnej údržby a revízií.
- Systémy obsahujú zariadenia a opatrenia na monitorovanie a záchyt únikov chladiva. Účelom merania RMS – vid' kap. 11.3, 11.4 tejto PpBS je monitorovanie bariéry, detekcia a opatrenia na znížení únikov do životného prostredia. V prípade úniku z primárneho do sekundárneho sú rýchločinné armatúry na strane pary a na napájacej vode zatvorené - vid' kap. 6.4.5.7. V prípade výskytu aktivity v niektorej z redundancií TVD. úniku do prostredia môže byť zabránené uzavretím sania TVD do chladiacich veží, vid' kap. 6.4.5.5 PpBS.

Naplnenie požiadavky (4):

- a) Spoľahlivý odvod tepla z primárneho okruhu v normálnej prevádzke bloku (prevádzka na výkone) je zaistený pomocou turbo-generátora a hlavného kondenzátora. Spoľahlivosť zodpovedá účelu zariadenia - spoľahlivá výroba elektrickej energie. Ďalšie podrobnosti sú v kap. 6.8.2 a 6.8.3. Spoľahlivosť systému odvodu zostatkového tepla je popísaná v prechádzajúcom bode vyššie.
- b) úniky z primárneho okruhu do sekundárneho okruhu sú monitorované a existujú opatrenia na ich zabránenie, vid' vyššie.

Naplnenie požiadavky (6):

Odvod tepla je zabezpečený pomocou rôznych systémov, ktoré sú opísané v kapitolách 6.4.5.5 (TVD), 6.7.1 (Vodné hospodárstvo), 6.4.5.2 (SHNC), a taktiež v tejto kapitole 6.8 (II.O.). Tieto systémy sú určené na zabezpečenie požadovaných funkcií vo všetkých prevádzkových stavoch, v súlade s projektom. Princíp je popísaný v kap. 6.8.1 vyššie.

Spoľahlivosť týchto systémov je zaistená vzájomným zálohovaním, niektoré systémy majú tiež vnútornú schopnosť zálohovania, a to predovšetkým systémy navrhnuté v "koncepte bezpečného oddelenia" (funkčná nezávislosť, oddelenie, ...). Zariadenie ktoré plnia bezpečnostnú funkciu, a to aj systémy odvodu

zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. sú v súlade s Vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.5] zaradené medzi vybrané zariadenia. Princíp heterogenity je splnený, pretože sa používajú rôzne, nezávislé zdroje a dopravné trasy cesty chladiacich médií a zdrojov elektrickej energie.

Zhodnotenie ostatných bezpečnostných vlastností

Systém odvodu tepla z I.O. technológiou II.O. je zkonštruovaný tak, aby bola zaručená maximálna bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci za normálnych a abnormálnych prevádzkových režimov, v rámci bežnej údržby a revízií.

Vyššie uvedené systémy dochladzovania bloku a odvodu zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. a v rámci nich vybrané zariadenia patria do 1., 2. úrovne ODH. V špecifických prípadoch môžu plniť funkcie aj tretej úrovne ODH, napr. SN bez seizmickej udalosti.

Avšak systém PSK nevykonáva žiadnu bezpečnostnú funkciu v súlade s Vyhláškou ÚJD SR č 50/2006 [II.5], tento systém je zaradený do 1., 2. úrovne ODH - systém PSK zaisťuje 1. stupeň ochrany PG voči pretlaku (odvod tepla v priebehu prechodový stavov alebo počas dochladzovania bloku, resp. odvodu zostatkového tepla), ochrana PG voči pretlaku je tiež zabezpečená systémom PSA PG (viď kap. 6.4.5.3 PpBS) a systémom PV PG (viď kap. 6.4.5.4).

Po seizmickej udalosti sú odvod zostatkového tepla a dochladzovanie bloku uskutočňované v dvoch po sebe idúcich krokoch:

- v 1. fáze prebieha tzv. parný režim odvodu tepla z AZ a to cez PSA a súčasným dopĺňovaním PG napájacou vodou pomocou SHNČ,
- v 2. fáze prebieha tzv. vodný režim odvodu tepla z AZ pomocou systému dochladzovania pri seizmickej udalosti.

Záverom možno konštatovať, že projekt hodnotených systémov spĺňa všetky požiadavky definované pre systémy so vzťahom k bezpečnosti vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.5], ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.13].

6.8.2 Turbogenerátor s príslušenstvom

6.8.2.1 Opis systému

Účelom turbogenerátora vrátane príslušenstva je premena energie, akumulovanej v pare, na mechanickú prácu vo VT a NT dieloch turbíny a následná premena mechanickej práce na elektrickú energiu v generátore.

Turbína

Turbína je zostavená z 3 telies s ôsmymi neregulovanými odbermi. Rotory sú spojené pevnými spojkami.

Para z 5-tich neregulovaných odberov NT častí TG je použitá na zvýšenie účinnosti cyklu. Účinnosť cyklu sa zvyšuje ohriatím kondenzátu v NT regenerácii. Para zo šiesteho neregulovaného odberu VT časti je použitá pre ohrev NN. Para zo siedmeho a ôsmeho neregulovaného odberu VT časti je použitá na dvojstupňový ohrev napájacej vody vo VT regenerácii.

Prihrievanie pary z VT dielu do NT dielov je dvojstupňové a je zaistené separátormi – prihrievačmi.

Hlavné časti turbíny:

- a) statorová a rotorová časť turbíny
- b) príslušenstvo turbíny:
 - zabezpečovací systém turbogenerátora,
 - systém elektronickej regulácie výkonu (riadený cez TCS) a regulácie PSK (riadený cez RHR)
 - VT rýchlozáverné ventily a regulačné ventily
 - NT rýchlozáverné a regulačné klapky
 - spätné odberové klapky,
 - PSK
 - olejový systém turbíny a generátora,
 - VT systém hydraulického oleja pre VT/NT ventily turbíny
 - odvodnenie turbíny a nadväzujúcich parovodov.

Turbína je spojená s generátorom pomocou pevnej mechanickej spojky (spojka hriadeľa).

Generátor

Každý blok má dva TG vybavené synchronnými generátormi. Výkon generátora je vyvedený izolovanými prípojnícami do generátorových transformátorov a ďalej do siete 400 kV. V IPBD sú inštalované všetky potrebné napäťové a prúdové merania transformátorov a tiež zapúzdrené generátorové vypínače.

Systém ochrany generátora

Elektrický ochranný systém každého z generátorov je súčasťou elektrického ochranného systému vyvedenia výkonu bloku. Rozsah ochrán je v súlade s STN 33 3051.

Ochranné relé a ochranná funkcia pre každý z generátorov a jeho vyvedenie výkonu (izolovaná prípojnice, generátorový vypínač, transformátor generátoru, odbočkový transformátor, budiaci transformátor) sú rozdelené do dvoch celkov (nazývaných A, B). Tieto celky zahŕňajú ochranné funkcie so schopnosťou vzájomne sa zálohovať. Celok C zahŕňa ochranu vyvedenia výkonu bloku na linke 400 kV. Pre podrobnosti viď PpBS kapitolu 6.6.

Systém budenia generátora a regulátor napätia

Systém budenia je statický (priamy, IEEE ST4B typ) napájaný zo svoriek vývodu budiaceho transformátoru. Budiaci systém pozostáva z nasledovných hlavných častí:

- Budiaci transformátor (napojený na svorky hlavného generátoru)
 - menovité napätie 15,75/0,55 kV
 - menovitý výkon 2500 kVA
 - schéma zapojenia: Dy1
- Budiace rozvodne s umelým chladením obsahujúce zariadenia budiaceho systému. Rozvodňa je navrhnutá na teploty okolia: 0 °C až do +50 °C.
 - stacionárne regulačné zariadenie v dvoj kanálovej konfigurácii (dva digitálne regulátory + dva tyristorové usmerňovače)
 - budiaci vypínač
- Skúšobný transformátor (umožňuje skúšky budiaceho systému, presnejšie skúšky skratu generátoru) $U_r = 6/0,15V$, $S_r = 250$ kVA).

Prevádzkové režimy systému budenia

Systém budenia môže pracovať v automatickom alebo manuálnom režime.

Hlavný budiaci ovládací okruh a obmedzovače

Účelom nižšie zmienených funkcií (ovládacie okruhy, obmedzovače) je zaistiť stabilnú prevádzku TG so sieťou v normálnych alebo v poruchových stavoch. Zároveň generátor musí byť udržiavaný v rámci limitov daných schémou generátoru, berúc do úvahy určité časovo obmedzené preťaženia.

Pri normálnej „záťažovej“ prevádzke má regulačný obvod svorkového napätia generátoru vlastnosti PID (ale podmienka D je odstavená podľa predvolenia v súčasnej verzii) regulátoru. Počas prevádzky dohliadacej regulácie (automatický synchronizér, regulácia jalového výkonu, regulácia účinníku, diaľková regulácia napätia), prenosová funkcia má iba proporciálnu funkciu.

Regulačná slučka svorkového napätia generátoru pozostáva z:

- Referenčných nastavení svorkového napätia generátoru (lokálne, diaľkovo)
- Ovládanie vlastnej hodnoty svorkového napätia generátoru.

- Svorkové napätie generátoru je pripojené jalovým výkonom. Tento ovládací obvod kompenzuje poklesy napätia na generátorovom transformátore.
- Systém budenia je schopný poskytovať rýchle zmeny budiaceho prúdu generátoru. Táto schopnosť podporuje stabilitu turbíny a to hlavne počas skratov v sieti. Tento prvok je popísaný podrobne v PpBS kapitole 6.5.6.3.1.4.1 (TCS).
- Stabilizátor elektrického systému (PSS). Účelom tohto systému je stlmiť nízko frekvenčné výkyvy rotorov synchrónnych generátorov použitím automatického regulátoru napätia.

Systém budenia obsahuje dve sady dvoch stabilizátorov elektrického systému princípov:

- Prvý typ zabudovaného PSS je PSS3B typ v súlade s normou IEEE 412.5 s dodatočnými vetvami budiaceho prúdu. Ako vstupné dáta sa používa frekvencia svorkového napätia generátoru f_E (alebo kompenzovaná frekvencia f_C), aktívny výkon generátora P a budiaci prúd generátora.
- Druhý typ zabudovaného PSS je PSS2B typ podľa normy IEEE 412.5. Ako vstupné dáta sa používajú kompenzovaná frekvencia f_C a aktívny výkon generátora P . Tento pokročilý typ PSS s duálnym vstupom využíva metódu výpočtu integrálu akceleračného výkonu.
- Obmedzovač prúdu rotora, obmedzovač prúdu statora. Tieto obmedzovače operujú najmä ako ochrana (tepelná) výkonu generátora. Udržiavajú v stabilných stavoch prevádzkový bod (P , Q) vo vnútri schémy generátora. Avšak umožňujú určité, dočasné preťaženia za účelom vysporiadania sa s prechodovými stavmi.
- Obmedzovač podbudenia. Tento obmedzovač je nastavený, aby bral do úvahy statickú stabilitu TG pripojeného na reálnu sieť (reálne pripojenie blokov MO34) a tiež tvar schémy generátora v pod budiacej zóne. Obmedzovač sleduje statickú stabilitu a poskytuje potrebnú rezervu pre prechodovú stabilitu turbíny.
- Obmedzovač podielu svorkového napätia generátoru ku frekvencii (V / Hz obmedzovač)
- Obmedzovač svorkového napätia generátora.

6.8.2.1.1 Bezpečnostné funkcie

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.13] turbína a generátor s príslušenstvom neplnia žiadnu bezpečnostnú funkciu.

Poznámka:

- *Turbína a generátor (a ich pomocné, regulačné a ochranné systémy) hrá dôležitú úlohu v 1., 2. úrovni ODH (1. stupeň ODH - stability pri výrobe elektrickej energie, 2. stupeň ODH - schopnosť prevádzky VS).*
- *systém PSK zabezpečuje 1., 2. úroveň ODH, pretože systém zaisťuje 1. stupeň ochrany PG od pretlaku, ochrana PG proti pretlaku je ďalej zabezpečená systémom PSA PG (viď kap. 6.4.5.3) a PV PG systémom (viď kap. 6.4.5.4).*

6.8.2.1.2 Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.13] nie je turbína ani generátor s príslušenstvom zaradená medzi vybrané zariadenia, nie je kategorizovaná do BT a neplní žiadnu bezpečnostnú funkciu.

Nie je vyžadovaná seizmická odolnosť komponentov systému turbíny a generátora s príslušenstvom.

6.8.2.1.3 Funkčne príbuzné systémy TG

Turbína

Popisovaný systém je súčasťou súboru „Turbogenerátory s príslušenstvom“, ktorý je podsystémom „Strojovňa“. Nadväzuje na nasledovné súbory:

- Výmenníková stanica
- Kontinuálne čistenie kondenzátu
- Olejové hospodárstvo
- Elektrotechnická časť
- Zariadenie pre vyvedenie elektrického výkonu
- SKR
- Vnútorne spojovacie potrubie sekundárneho okruhu

Generátor - väzby na iné systémy

Systém je súčasťou súboru „Turbogenerátory s príslušenstvom“, ktorý je podsystémom súboru „Strojovňa“. Funkčne príbuzné systémy sú nasledovné:

- Zariadenie pre napájanie vlastnej spotreby
- SKR vývodu alternátorov
- SKR HVB blokové zariadenia
- SKR HVB neblokové zariadenia
- SKR alternátora, vyvedenia výkonu a VS
- Vnútorne spojovacie potrubie sekundárneho okruhu
- Vodík a CO₂
- Systém chladenia statoru vrátane medziokruhu

6.8.2.1.4 Osobitné požiadavky

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z., Príloha č. 3, časť B/II [II.13], nie sú na posudzovaný systém kladené osobitné požiadavky.

6.8.2.1.5 Elektrické napájanie

SZN JE MO34 je popísaný a hodnotený v kapitole 6.6 tejto PpBS. V kapitole je uvedené:

- Spoločné a základné princípy riešení SZN jadrovej elektrárne
- Požiadavky spotrebičov na elektrické napájanie (popis dát a hodnôt)
- Popis schémy SZN jadrovej elektrárne – zdroje a siete SZN.

Hlavné spotrebiče v II.O. so vzťahom k produkcii elektriny (čerpádlá napájacej vody, čerpádlá kondenzátu, čerpádlá cirkulačnej vody, atď.) sú rozložené v rámci štyroch hlavných blokových rozvodní 6kV tretej kategórie a hlavných rozvodní 0,4kV tretej kategórie.

Elektrické napájanie mazacích a tesniacich olejových čerpadiel oboch turbín a napájanie do ovládania, pohonu, regulácie a signalizácie a ďalších zariadení je zabezpečené zdrojmi a rozvodnou sieťou kategórie III/I. (SZN 4 a SZN 5).

Ďalšie elektrické zariadenia nedôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti sú napájané zo zdrojov a rozvodnej siete III. kategórie.

6.8.2.1.6 Systém kontroly a riadenia

Účelom riadiaceho systému turbíny (TCS) spoločne s ochranným systémom turbíny (TPS) je zabezpečiť riadenie a ochranu turbíny počas normálnej a abnormálnej prevádzky bloku.

Riadiaci systém turbíny (TCS) spoločne s ochranným systémom turbíny (TPS) sú detailne popísané v kap. 6.5.6.3 tejto PpBS.

6.8.2.1.7 Činnosť obsluhy

Prevádzka jednotlivých zariadení je vykonávaná v súlade s platnou prevádzkovou dokumentáciou pre normálnu prevádzku a abnormálne stavy.

Systém prevádzkových predpisov MO34 je detailne popísaný a hodnotený v kap. 9.3 tejto PpBS.

Predpisy pre normálnu prevádzku:

- Parná turbína 265 MW
- Kondenzácia turbíny
- NT a VT regenerácia TG
- Turboalternátory 300 MVA včítane pomocných systémov a synchronizácie, 3. blok
- Turboalternátory 300 MVA včítane pomocných systémov a synchronizácie, 3. blok
- Turboalternátor a budiaci systém
- Generátor – pomocné systémy 3.bl.
- Chladenie statora generátora 3.bl
- Chladenie statora generátora 3. bl. - 2 turbína
- Generátor – pomocné systémy 4. bl.
- Chladenie statora generátora 4.bl.
- Chladenie statora generátora 4. bl. - 2 turbína
- Plynové hospodárstvo generátora 3.bl
- Plynové hospodárstvo generátora 3. bl. - 2 turbína
- Plynové hospodárstvo generátora 4.bl.
- Plynové hospodárstvo generátora 4. bl. - 2 turbína
- Turboalternátory 300 MVA včítane pomocných systémov a synchronizácie, 3. blok
- Turboalternátory 300 MVA včítane pomocných systémov a synchronizácie, 4. blok

- Skladovanie, redukcia a distribúcia vodíka

6.8.2.1.8 Popis a zásady prevádzkových stavov

6.8.2.1.8.1 Normálna prevádzka bloku

Za normálnej prevádzky, v súlade s príslušnými prevádzkovými režimami bloku je úlohou systému premena energie akumulovanej v pare na mechanickú prácu a následne na výrobu elektrickej energie.

Prevádzka jednotlivých zariadení je vykonávaná v súlade s projektom a platnou prevádzkovou dokumentáciou pre normálnu prevádzku bloku - viď 6.8.2.1.7 vyššie.

6.8.2.1.8.2 Abnormálna prevádzka a prevádzka za havarijných podmienok

Abnormálna prevádzka bloku

Prevádzka TG je popísaná v PpBS kapitole 6.5.6.3 (TCS), kapitole 6.6 (Elektrické systémy) a v podkapitole venovanej budiču TG 6.8.2. V zmysle prevádzky na výkone a bezpečnosti, turbína musí zaistiť stabilnú prevádzku na 1. a 2. úrovni ochrany do hĺbky. Prevádzka jednotlivých zariadení je vykonávaná v súlade s platnou prevádzkovou dokumentáciou pre abnormálnu prevádzku bloku - viď 6.8.2.1.7 vyššie.

Prevádzka bloku za havarijných podmienok bloku

Za havarijných podmienok bloku nie je požadovaná funkčnosť turbogenerátora, TG je odstavený z prevádzky uzatvorením RZV TG (automaticky alebo ručne).

Abnormálne prevádzkové stavy turbogenerátora

Prevádzka pri vzduchovom chladení:

Prevádzka generátoru so vzduchovou náplňou navýkone sa nepripúšťa, tiež budiť rotor prúdom je zakázané. Chod stroja so vzduchovou náplňou je možný len na overenie mechanického chodu sústroja. Musí byť zaistené intenzívne chladenie generátoru.

6.8.2.1.9 Detailné prvky projektu

6.8.2.1.9.1 Dispozičné riešenie

Jednotlivé komponenty systému sú umiestnené v objekte „Strojovňa“ na všetkých úrovniach podlaží.

6.8.2.1.9.2 Hlavné komponenty systému

6.8.2.1.9.2.1 Turbína

Statorová a rotorová časť turbíny

Dvojprúdové vysokotlakové teleso má v každom prúde 6 stupňov. Stator VT dielu tvorí skriňa turbíny a rozvádzacie kolesá uložené v telese. Rozvádzacie kolesá sú z nehrdzavejúcej ocele. Teleso je uložené zosilnenou deliacou prírubou na prednom ložiskovom stojane a na prvom priečnom nosníku NT telesa. Prvý priečny nosník NT je aj pevným bodom celého agregátu. Teleso je delené horizontálne na dve polovice. Skrutky deliacich rovin sú konštruované pre uťahovanie a povoľovanie za tepla. Pomocou dilatácie týchto skrutiek sa dosahuje dostatočný tesniaci tlak na deliacu rovinu. V deliacej rovine nie je tesnenie. Tesnia

presne opracované a zabrúsené dosadacie plochy deliacej roviny - kov na kov. Para je privádzaná 4 potrubiami do strednej časti VT dielu. Vstupné časti sú vytvorené vnútorným telesom v tvare okružného kanála. Regulácia výkonu je kvantitatívna - škrtením.

NT telesá sú dvojprúdové, v každom prúde po 5 stupňoch. Telesá sú dvojplášťové. Vnútorné teleso je kombinácia zvarencov a odliatkov. Spodok vonkajšieho telesa je spoločný pre obidva NT diely. Nosnú časť spodku tvoria tri priečne nosníky, ktoré sú uložené na kozlíkoch zaliatych do základu. Priečne nosníky sú spojené bočnými stenami, ktoré sú bohato rebrované. K nim sú pripojené konzoly, na ktorých je zavesené vnútorné teleso. Z rozvážacieho kolesa posledného stupňa je odsávaná vlhká para. Pre zaistenie možnosti dlhšieho chodu naprázdno, prípadne chodu na vlastnú spotrebu, je chladenie výstupnej časti parnej turbíny vybavené vstrekaním za posledným stupňom NT dielu TG. Kondenzát na zástrek je privedený z výtlaku čerpadiel kondenzátu 2°. V každom výstupnom prúde je v kruhu umiestnených 8 vstrekov. Zástrek sa otvára automaticky, alebo ho otvára operátor alebo strojník TG. Teplota zástreku je signalizovaná na BD.

Podrobný technický popis NT a VT rotorov je uvedený v prevádzkovom predpise „Prevádzkový predpis pre turbínu“ a v „Predbežný prevádzkový predpis Turbíny Mochovce - 265 MW MO34“.

Radiálne ložiská TG sú klzné kompozitové ložiská pre zaistenie vytvorenia olejového klinu. Ložiská sú uložené tak, že umožňujú mierne nakláňame podľa prehnutia rotoru. Axiálne ložisko TG je klzné segmentové obojstranné kompozitové ložisko. Oporné kotúče sú vytvorené na vysokotlakovom rotore. Segmenty umožňujú sledovať mierne nakláňanie oporných kotúčov podľa prehnutia rotoru.

Vonkajšie upchávky TG slúžia ku oddeleniu (utesneniu) pracovného priestoru vo vnútri turbíny od vonkajšieho prostredia. Vnútorné upchávky utesňujú jednotlivé stupne medzi sebou. Na turbíne sú dva upchávkové NT systémy a VT upchávkový systém.

Otáčacie zariadenie slúži k otáčaniu rotorov pomocou elektromotora za účelom rovnomerného ochladzovania alebo zohrievania rotorovej sústavy turbíny. Pozostáva z elektromotora, planétovej prevodovky, hydraulického zasúvacieho zariadenia a jeho riadenia, olejového systému a frekvenčného meniča. Podrobný popis je uvedený v dokumente „Prevádzkový predpis pre turbínu“ a v TP5165-Dokl/2011, „Predbežný prevádzkový predpis Turbíny Mochovce - 265 MW MO34“.

Príslušenstvo turbíny

Bezpečnostný systém TG a ovládací systém pohonov TG

Bezpečnostný systém v jeho počiatočnej sekcii hodnotí varovania, kritické a havarijné limity organizovaných premenných. Po spracovaní, logika dáva príkazy pohonom v systémoch pre haváriu a záložné havarijné varovania. Dôležité obvody sú vybavené automatickou diagnostikou. Automatická diagnostika hodnotí prevádzky schopnosť ovládacích obvodov a ich komponentov. V prípade zlyhania obvodu alebo komponentu znižuje riziko chybného príkazu na odstavenie TG. Súčasne je odoslaná informácia o zlyhaní personálu prevádzky. Komunikácia je vykonávaná vo forme akustického a vizuálneho signálu.

Ovládací systém TG pohonov zahŕňa automatické a manuálne diaľkové ovládanie vlastných pohonov TG, systém mazacieho oleja, systém odvodnenia parného potrubia, vodík, voda a systém mazacieho oleja generátora.

Riadiaci a ochranný systém TG

Systém elektrického ovládania a ochrany turbíny je popísaný v PpBS kapitole 6.5.6.3 (TCS).

VT rýchlozáverné a regulačné ventily

Para z PG je privádzaná po oboch stranách VT dielu turbíny k blokom zostávajúcich z jedného rýchlo-záverného a dvoch regulačných ventilov. Od regulačných ventilov je para vedená k VT dielu štyrmi vetvami potrubia.

Úlohou bloku RZV a RV je zaistiť prívod pary, reguláciu jej množstva a tým aj výkon TG.

V havarijných podmienkach za účelom ochrany TG, zatvorením RZV TG dochádza k prerušeniu prietoku pary do TG.

NT rýchlo-záverné a záchytné klapky

Na vstupoch prehriatej pary zo separátorov prehrievačov do nízkotlakových telies je na každej vetve potrubia umiestnená rýchlo-záverná a záchytná klapka (obe klapky sú spojené do jedného konštrukčného celku), ktoré pri náhlom výpadku zaťaženia TG znemožňujú expanziu pary (akumulovanej v separátoroch, potrubí a vo VT diele TG) a tým zabráňujú nadmernému zvyšovaniu otáčok TG.

Bloky RZK a ZK zaistujú:

- a) rýchle uzavretie vstupu pracovnej pary do NT dielu TG pri zapracovaní ochrán,
- b) zachytenie prebytočnej pary pri prudkých zmenách výkonu TG,
- c) reguláciu vstupujúceho množstva pary do NT dielov pri nízkom výkone,

RZK a ZK pracujú paralelne s RZV – keď sa zatvoria RZV TG, zatvárajú sa aj RZK a ZK.

Spätné odberové klapky

V potrubiach 4., 5., 6., 7. odberového miesta medzi turbínou a spotrebičmi pary zabudovaná spätná klapka. Klapky bránia spätnému prúdeniu pary z odberu do turbíny v prípade výpadku TG. Klapky sa uzatvárajú zmenou prúdenia pary a okrem toho dostávajú impulz k uzavretiu od zabezpečovacieho systému TG pri zatvorení rýchlo-uzatváracích ventilov. Otváranie odberových klapiek vykonávajú vzduchové servo-pohony.

PSK

Prepúšťacie stanice do kondenzátora sú projektované na dvoch vetvách. Na každej vetve je jedna prepúšťacia stanica, ktorú tvorí uzatvárací ventil a regulačný ventil. Prepúšťacie stanice do kondenzátora sa ovládajú automaticky a ručne z blokovej dozorne.

Po stúpnutí tlaku v hlavnom parnom kolektore ako prvé otvárajú prepúšťacie stanice do kondenzátora na predvolenej turbíne. Ak nezregulujú tlak otvárajú prepúšťacie stanice do kondenzátora na druhej turbíne.

Pri abnormálnych prevádzkových stavoch, spojených s veľkými zmenami záťaže jedného alebo oboch TG, sa vyžaduje spoľahlivá činnosť tohto zariadenia. Zlyhanie PSK vytvára potenciálny zdroj nepriaznivého vývoja krátkodobého prechodového procesu (niekoľko minút) spojeného s prevýšením tlaku pary v PG. Môže dôjsť až k úrovni zapôsobenia bezpečnostného systému od prevýšenia tlaku v II. O. (PSA, PV PG).

:

Olejový systém TG

Každý TG je vybavený vlastným olejovým hospodárstvom mazacieho oleja a oleja jeho vlastného oddeleného systému pre ovládanie ventilov.

Počas normálnej prevádzky cirkuláciu oleja zabezpečuje olejové čerpadlo na hriadeli TG a mazací injektor.

Pri výpadku alebo nábehu TG zabezpečuje mazanie nábehové a dobehové čerpadlo. Sú k dispozícii dve dobehové čerpadlá (záloha 2x100%) poháňané elektromotorom.

Olejový systém TG zabezpečuje:

- olej pre mazanie a chladenie ložísk turbíny a generátora pri nominálnej a abnormálnej prevádzke
- bloku,
- nadľahčovací olej pre ložiská turbíny,
- olej pre natáčacie zariadenie
- olej hydraulickej časti ovládania TG
- systém mazacieho oleja generátora (tesniaci olej)

Odvodnenie turbíny a nadväzujúcich parovodov

Skondenzovaná voda a vlhká para zvyšujú opotrebenie činných častí v jednotlivých stupňoch a potrubných systémoch. Odvádza sa z pracovných priestorov- stupňov TG a potrubných trás cez systém VT a NT odvodnenia do ZNK.

Rozhranie medzi kvapalným a plynným skupenstvom vody sa udržiava v separátoroch kondenzátu. Správne fungovanie separátorov obmedzuje únik pary do potrubia odvodu kondenzátu. Správna prevádzka a údržba má podstatný vplyv na znižovanie tepelných strán v sekundárnom okruhu.

6.8.2.1.9.2.2 Generátor

Pre výrobu elektrickej energie sú na každom bloku inštalované dva turbo-alternátory, každý s menovitým výkonom $S_n = 300$ MVA a $U_n = 15,75$ kV. Výkony alternátorov sa z generátorového napätia transformujú na napätie prenosovej sústavy 400 kV v blokových transformátoroch o menovitom výkone $S_n = 300$ MVA.

Medzi alternátormi a blokovými transformátormi sú odbočky k rezervným transformátorom, ktoré slúžia ako pracovné zdroje pre napájanie VS bloku.

Medzi alternátorom a odbočkou je generátorový vypínač. Spojovacie vedenie medzi alternátorom, blokovým transformátorom a rezervnými transformátormi je vykonané zapuzdrenou prípojnou, aby bola maximálne obmedzená možnosť vzniku medzifázových skratov.

6.8.2.2 Technické hodnotenie

Hodnotenie a koordinácia výkonu medzi turbínou a generátorom a kapacita vyvedenia výkonu bolo podrobne vykonané vo výpočtových správach. Tiež bola vyhodnotená manévrovací schopnosť TG k prenosovej sústave. Funkčnosť a schopnosti sú dostatočné. Podrobnejšie informácie sú uvedené v kapitole 6.6.

6.8.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Turbína a generátor s príslušenstvom nie sú v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.13] zaradené medzi vybrané zariadenia a nie sú kategorizované do bezpečnostnej triedy.

6.8.2.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Požiadavky na pevnosť a životnosť je dokladovaná v STD pre príslušné zariadenie.

Turbíny a generátory (vrátane všetkého príslušenstva) sú vyrobené v súlade s normami STN (IEC, EN) a ich technické riešenie je založené na skúsenostiach z iných JE (JE V2 Jaslovské Bohunice, EMO12, EDU).

Nie je vyžadovaná seizmická odolnosť turbíny a generátora s príslušenstvom.

6.8.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému

6.8.2.2.3.1 Kritérium jednoduchkej poruchy

Pre turbínu a generátor nie je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchkej poruchy. V prípade závažného zlyhania v oblasti vyvedenia výkonu (hlavne porucha na hlavnom zariadení) je odstavená porušená turbína alebo dokonca obe turbíny. Záleží na mieste a vlastnostiach poruchy a zásahu elektrických a mechanických ochrán.

Pomocné zariadenia (mazanie, chladenie, tesnenie,...čerpádlá) sú redundantné, väčšinou na princípe 1 + 1 zálohovania. Jednoduchá porucha v tomto smere nezabraňuje prevádzke turbín.

6.8.2.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Pre turbínu a generátor s príslušenstvom nie je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou.

Avšak projekt obmedzuje účinky niektorých typov porúch (funkčnou nezávislosťou, separáciou, záložnými systémami).

Napriek tomu, dispozičné rozmiestnenie a fyzická separácia (v odpovedajúcich prípadoch) častí hodnotených systémov taktiež pomáha znižovať požiarne riziko.

6.8.2.2.3.3 Analýza spoľahlivosti

Vyvedenie výkonu JE s viacerými blokmi používa princíp bloku. Hlavným cieľom je zamedziť interferencii (šírenie porúch a vplyvov) medzi JE a sieťou a medzi blokmi navzájom. Toto je v súlade s požiadavkami Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. vo vzťahu k elektrickým systémom (vyvedenie výkonu JE).

Hlavné projektové riešenie turbíny a vyvedenia výkonu je navrhnuté tak, aby minimalizovalo neplánované odstávky alebo veľké redukcie vyvedeného výkonu spôsobených jednotlivými komponentmi. Toto je zaistené zálohovaním vybraných komponentov, funkčnou nezávislosťou a použitím vhodných diagnostických nástrojov a stavom monitorovacieho zariadenia, za účelom zaistenia včasných plánovaných výmen alebo opráv.

Systém zabezpečuje 1., 2. úroveň ODH, pretože systém zaisťuje 1. stupeň ochrany PG od pretlaku, ochrana PG proti pretlaku je ďalej zabezpečená systémom PSA PG (viď kap. 6.4.5.3) a PV PG systémom (viď kap. 6.4.5.4).

Spoľahlivosť systému TG nie je v rámci PSA samostatne hodnotená, ale táto nemá vplyv na bezpečnostný cieľ. Spoľahlivosť a spôsob vyvedenia výkonu JE Mochovce je hodnotená v PpBS kapitole 6.6.

6.8.2.2.3.4 Preukázanie kvalifikácie systému

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

Pre všetky zariadenia turbíny a generátorov s príslušenstvom, spĺňa ich výroba, dodávka a montáž požiadavky na kvalitu definované v príslušných plánoch kvality vzťahujúcich sa na konkrétne komponenty použité v projekte. Použité štandardy, normy a pravidlá platné pre projekt jadrového zariadenia sa vzťahujú na materiály, výrobné postupy a skúšky počas výrobnéj ako prevádzkovej fázy.

6.8.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie

Systém turbíny a generátora s príslušenstvom JE MO3,4 je prevádzkový systém.

Turbína a generátor s príslušenstvom nie sú v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.13] zaradené medzi vybrané zariadenia, nie sú kategorizované do bezpečnostnej triedy a neplnia žiadnu bezpečnostnú funkciu.

Pre systém nie je vyžadovaná seizmická odolnosť.

Systém TG (prepojený s príslušným zariadením II.O. a vyvedenia výkonu) má významnú funkciu v zmysle ochrany do hĺbky v súlade s požiadavkami Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011. Systém TG zaisťuje stabilitu JE počas normálnej prevádzky a tlmí externé vplyvy (spôsobené poruchami siete, vrátane odchýlok v napätí a frekvencii). Je tiež navrhnutý tak, aby bol schopný odolať niektorým vnútorným poruchám, hlavne poruchám na čerpadlách v II.O. Tieto schopnosti sú dôležité pre 1. úroveň ochrany do hĺbky.

Bezpečná odstávka reaktoru a odvod zostatkového tepla z reaktoru pri havarijných situáciách je vždy zaistená bezpečnostnými systémami, funkcia ktorých závisí od prevádzky TG (TK, PSA, systém HNČ, SHNČ, HSCHZ).

Počas normálnej prevádzky sekundárny okruh neobsahuje žiadne rádioaktívne látky a turbína alebo jej zariadenie nie sú kontaminované. Rádioaktívne látky môžu kontaminovať II.O. iba v prípade prieniku rádioaktívnej vody z PG (z I.O. do II.O.). Rádiologická bezpečnosť TG systému je zaistená prevádzkovými meraniami rádioaktivity na parných trasách z jednotlivých PG a na trase odplyňovača vývevy turbíny, vid' PpBS kapitoly 11.3, 11.4.

Fyzická separácia zálohovaných systémov je riešená dostatočnou vzdialenosťou skupín zálohovaných systémov a komponentov a orientáciou komponentov. Úlohou je minimalizácia následkov zlyhania častí zariadenia na zálohu. Fyzická separácia každého komponentu od vonkajšieho prostredia je riešená nepriepustnosťou zapúzdenia jednotlivých konštrukcií. Zapúzdenie bolo navrhnuté na parametre vonkajšieho aj vnútorného prostredia.

Pri výskyte požiaru v požiarom úseku strojovne, relatívne veľké množstva oleja a vodíku predstavujú riziko. Dispozičné riešenie TG v pozdĺžnej osi strojovne je prvý faktor znižujúci riziko požiaru. Dispozícia olejového hospodárstva TG je v priestore s najnižšou pravdepodobnosťou vzniku požiaru v strojovni. Potrubia výtlaku sú zvarené a počet prírubových spojov je minimalizovaný. Vybrané prírubové spoje sú riešené so zvýšenými požiadavkami na tesnosť, vibrácie okolitých zariadení a odolnosť voči aerosólom z únikov na olejových okruhoch.

Vodík je používaný ako chladiace médium generátora. Je utesnený dvomi technologickými olejovými okruhmi. Je taktiež bezpečne utesnený vo vnútri generátora, pre prípad straty tesnenia jedného z olejových okruhov. Ak nastane strata tesnosti v tesniacom okruhu, TG je odstavený ochranou a vodík je vypustený cez odsávacie potrubie cez strechu do atmosféry.

Čerpadlá tesniaceho olejového okruhu sú napájané z rezervného napájania. Dôvodom je minimalizácia strát oleja spôsobených prerušením napájania olejových čerpadiel tesniaceho okruhu. Sú určené ochranné zóny

v blízkosti elektrických generátorov (tzv. nebezpečné priestory TG). Používanie otvoreného ohňa je v týchto zónach zakázané.

Fixné (zabudované) a prenosné elektrické zariadenia rešpektujú požiadavky používania vo výbušnom prostredí. Pravdepodobnosť výskytu požiaru olejového hospodárstva TG, výbuch alebo požiar systému chladenia generátora vodíkom a jeho dopad na jadrovú bezpečnosť sú malé (viď kapitola PpBS 6.9 – Ochrana proti požiarom).

Napriek tomu, že PSK systém nevykonáva žiadnu bezpečnostnú funkciu podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.13], tento systém zabezpečuje 1., 2. úroveň ODH, pretože systém zaisťuje 1. stupeň ochrany PG od pretlaku, ochrana PG proti pretlaku je ďalej zabezpečená systémom PSA PG (viď kap. 6.4.5.3) a PV PG systémom (viď kap. 6.4.5.4).

6.8.3 Ostatné zariadenia v systéme konverzie pary

6.8.3.1 Opis systému

Predmetom hodnotenia v tejto kapitole sú:

- a) potrubný systém odberovej pary TG a para vlastnej spotreby (SPP, VTO, para zo 6. a 7. odberu -zdroj pre kolektor pary VS a NT regeneračné výmenníky),
- b) systém separácie a prehrievania pary,
- c) systém kondenzácie (vrátane odvodu kondenzátu z II. O. na CHÚV),
- d) systém NT regenerácie,
- e) napájacie nádrže,
- f) hlavné napájacie čerpadlá,
- g) HNČ,
- h) systém VT regenerácie,
- i) systém úpravy turbínového kondenzátu.
- j) Systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a prepájacie potrubie s príslušnými ventilmi) používané na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla.

6.8.3.2 Účel systému

- a) Účelom potrubného systému pary z odberov TG a servisnej pary je doprava pary do jednotlivých zariadení.
- b) Účelom systému separácie je zníženie obsahu vlhkosti vo vlhkej pare a následný návrat kondenzátu do II.O. Para vystupujúca zo separačnej časti sa prehrieva v prehrievacej časti nad úroveň teploty sýtej pary.
- c) Účelom systému kondenzácie je doprava skondenzovanej pary, t.j. kondenzátu v hlavných kondenzátoroch cez NT regeneráciu do odplyňovačov na napájacej nádrži.
- d) Účelom systému NT regenerácie je ohriatie hlavného kondenzátu parou z odberov TG.
- e) Účelom systému napájacích nádrží s odplyňovačom je vytváranie zásoby napájacej vody pre sekundárny okruhaodvod nekondenzovateľných plynov z napájacej vody

- f) Účelom systému hlavných napájacích čerpadiel je doprava napájacej vody z napájacích nádrží do parogenerátorov
- g) Účelom systému havarijných napájacích čerpadiel je doprava napájacej vody z napájacích nádrží do parogenerátorov.
- h) Účelom systému VT regenerácie je zvýšenie teploty napájacej vody pred vstupom do parogenerátora.
- i) Účelom zariadení systému úpravy turbínového kondenzátu je udržiavanie kvality kondenzátu na požadovanej úrovni.
- j) Účelom týchto systémov je zaistiť bezpečné dochladenie bloku a odvod zostatkového tepla z I.O.

6.8.3.2.1 Opis konštrukcie a funkčnosti

a) potrubný systém odberovej pary TG

Para z 8. neregulovaného odberu TG

je privedená potrubím cez spätnú rýchlo-závernú klapku, el. armatúru do VTO 2 a cez spätnú rýchlo-závernú klapku do prehrievača pary.

Para zo 7. neregulovaného odberu TG

je privedená potrubím cez spätnú rýchlo uzatváraciu klapku, el. armatúru do VTO 1 a cez rýchlo uzatváraciu spätnú klapku do prehrievača pary.

Para zo 6. odberu TG

je privedená potrubím cez spätnú rýchlo uzatváraciu klapku a spätnú klapku do kolektora 0,7 MPa a NN s odplyňovačmi.

Para z 5. odberu TG

je privedená potrubím cez SPP (ľavá a pravá vetva) a cez záchytné klapky a spätné rýchlo-uzatváracie klapky do NT častí TG.

Z SPP za separátorom a pred ohrievačmi sú napojené ďalšie potrubie, ktorým je para privedená cez spätnú rýchlo uzatváraciu klapku a el. armatúru do NTO5.

Para zo 4. odberu TG

je privedená potrubím cez spätnú rýchlo uzatváraciu klapku a el. armatúru do NTO4.

Para z 3. odberu TG

je privedená potrubím cez spätnú klapku a el. armatúru do NTO3.

Para z 2. Odberu TG

je privedená potrubím do NTO2.

Para z 1. Odberu TG

je privedená štyrmi potrubiami, ktoré sa spájajú do jedného a ďalej prúdia do NTO1.

b) systém separácie a prehrievania pary

Predmetom tejto časti sú potrubia vlhkej pary a zariadenia od výstupného hrdla VT dielu TG po vstupné hrdlá separátorov, SPP a výstupné potrubia prehriatej pary z SPP po blok NT RZK a NT ZK.

Na každej turbíne sú dva separátory-prehrievače pary. Zaradené sú medzi VT diel a NT diely turbíny. Separátor-prehrievač je vertikálna tlaková nádoba. Separáčna časť je tvorená systémom žalúzií z zvlneného plechu. Pozdĺžne rebrované nerezové rúrky (kazety) tvoria dva stupne prehrievača.

Para vystupujúca z VT telesa turbíny je privádzaná cez separátory a dvojstupňový prehrievač do dvoch nízkotlakových telies. V separátoroch je zbavená vlhkosti a v prehrievačoch parou zo 7. a 8. odberu prehriata na teplotu podľa tepelnej schémy „Para-kondenzát“. Separát z pary je zachytený v zberači separátu a odtiaľ je dopravovaný podávacími čerpadlami separátu (PČS), cez potrubie hlavného kondenzátu, do odplyňovačov v napájacej nádrži.

V abnormálnej prevádzke sa separát prepúšťa do expandéra prevádzkových kondenzátov a odtiaľ do kondenzátora turbíny.

Kondenzát vykurovacej pary je kaskádovaný do zberačov kondenzátu. Zo zberačov kondenzátu je odvádzaný do napájacej nádrže pod vlastným tlakom. Pri zvýšenej hladine v zberači kondenzátu sa otvára trasa do expandéra prevádzkových kondenzátov.

PČS sú dve (záloha 2x100%, 1 čerpadlo pracovné, 1 rezervné) - zabezpečujú prečerpanie odlúčeného separátu do trasy hlavného kondenzátu za NTO5.

c) systém kondenzácie (vrátane odvodu kondenzátu z II. O. na CHÚV)

Predmetom tejto kapitoly sú potrubné systémy a zariadenia od výstupu pracovnej pary z NT dielov TG až po vstup kondenzátu do NT regenerácie, vrátane odvodu nečistého kondenzátu do CHÚV.

Systém kondenzácie zabezpečuje vytvorenie a udržiavanie vákua v kondenzátoroch turbín.

Každý NT diel turbíny má vlastný kondenzátor. Kondenzátory sú na strane chladiacej vody jedno-ťahové, zaradené za sebou v sérii. Chladiaca voda je čerpaná chladiacimi čerpadlami do prvého kondenzátora a potom do druhého kondenzátora. Z uvedeného dôvodu v každom kondenzátore udržiavaný iný tlak, ktorý odpovedá teplote chladiacej vody. Teplovýmenná plocha je tvorená titánovými rúrkami zavalcovanými do rúrkovnic.

Kondenzátor s NT dielom turbíny spája nadstavba. Konštrukčne sú kondenzátory v strojovni uložené na pružinách.

Zberače kondenzátu oboch kondenzátorov turbíny sú na strane kondenzátu prepojené. Pre odsávanie plynov v kondenzátore slúžia tri vodo-prúdové vývevy, ktoré sú poháňané vodou od čerpadiel vodných vývev. Každá výveva má svoje čerpadlo. Čerpadlá nasávajú pracovnú vodu z jamy vývev. Pre udržanie teploty pracovnej vody je do jamy privádzaná chladiaca voda odbočkou z privodného potrubia chladiacej vody. Prebytočná voda je dopravovaná späť do potrubia chladiacej vody odbočkou z výtlaku čerpadiel vývev. Potrubím chladiacej vody je dopravovaná na chladiace veže.

Čerpadlá kondenzátu 1° sajú kondenzát zo zberača 1° hlavného kondenzátora. Spodná časť zberača kondenzátora 1° je prepojená so zberačom kondenzátora 2° tak, že tvoria spojené nádoby.. Čerpadlá kondenzátu 1° sú poháňané elektromotorom. V nominálnom režime pracujú dve čerpadlá, jedno čerpadlo je rezervné, čerpadlá sú umiestnené v strojovni (zapojenie 2+1 - 50% rezerva).

Čerpadlá kondenzátu 2° zabezpečujú dopravu turbínového kondenzátu z kondenzátora turbín cez systém blokovej úpravy kondenzátu a NT regeneráciu do napájacích nádrží. Čerpadlá sú poháňané elektromotorom. V nominálnom režime pracujú dve čerpadlá, jedno čerpadlo je rezervné. Čerpadlá sú umiestnené v strojovni (zapojenie 2+1 – rezerva 50%).

Zariadenie pre odvod kondenzátu z II. O. na CHÚV nadväzuje na potrubný rozvod základného kondenzátu v systéme kondenzácie každej turbíny. Z potrubnej trasy výtlaku (3. blok – TG31, 4. blok TG 42) je realizovaná odbočka do CHÚV. V odbočke je umiestnená uzatváracia armatúra s obtokom, ktorá ovládaná automaticky alebo ručne diaľkovo z BD. Automatické ovládanie závisí od výšky hladiny v HK, NN a od prevádzkového stavu výjev.

V trase smerom na CHÚV sa nachádza regulačný ventil s elektrickým pohonom. Tento ventil je automaticky riadený od žiadanej hodnoty prietoku v tejto trase, s možnosťou diaľkového ovládania z BD. Účelom zariadenia je odvádzať kondenzát z technologického okruhu do CHÚV v režime automatického riadenia prietoku počas teplého preplachu alebo pri nutnosti vyprázdniť zbernú nádrž kondenzátu v hlavnom kondenzátore TG. Pri normálnej prevádzke bloku na výkone sú armatúry uzatvorené - na CHÚV nemožno odvádzať žiaden kondenzát v tomto režime.

Pri výkonovej prevádzke bloku sú v prevádzke 2 z 3 výjev. Odvádzanie kondenzátu na CHÚV je blokované prevádzkou pracujúcich výjev aj v ručnom režime, počas prevádzky bloku na výkone. Nie je možné dopraviť kondenzát podľa potreby do CHÚV v manuálnom režime a pri prevádzke bloku na výkone.

Pri abnormálnej prevádzke bloku je k dispozícii automatické riadenie odvádzania prebytočného kondenzátu relevantnej turbíny. Závisí od polohy hlavných (vstupných) armatúr s elektro-pohonom, ktorú sú umiestnené na trasách základného kondenzátu pred NT regeneráciou.

Odvod kondenzátu do CHÚV:

Ak je úplne otvorená vstupná elektrická armatúra na trase odvodu kondenzátu z daného TG na CHÚV, potom je k dispozícii v ručnom ovládaní armatúra (možnosť odvádzania kondenzátu z hlavného technologického okruhu každej TG na CHÚV v obmedzenom množstve).

d) NT regenerácia

Predmetom tejto časti sú potrubné systémy a zariadenia od vstupu kondenzátu do NT regenerácie až po vstup kondenzátu do odplyňovačov v NN.

NT regenerácia turbíny zabezpečuje ohrev turbínového kondenzátu pred vstupom do odplyňovača napájacej nádrže. Je rozdelená do nasledovných troch skupín:

- 1. skupina: NTO1 a NTO2
- 2. skupina: NTO3 a NTO4
- 3. skupina: NTO5

Každá skupina má obtok. Skupinu je možné odpojiť a hlavný kondenzát dopravovať obtokom príslušnej skupiny. NTO1,2,4,5 majú pripojené podchladzovače kondenzátu vykurovacej pary. Do podchladzovačov je časť hlavného kondenzátu odoberaná pred zabudovanou clonou príslušného NTO. Návrat do trasy hlavného kondenzátu je zaústený za zabudovanú clonu.

Kondenzát vykurovacej pary z NTO5 je kaskádovaný cez priradený podchladzovač do NTO4. Hladina kondenzátu v NTO5 je udržiavaná regulačným ventilom. Kondenzát vykurovacej pary NTO 5 je odvádzaný do expandéra prevádzkových kondenzátov pri zvýšenej hladine v NTO5 .

Kondenzát vykurovacej pary NTO4 je odvedený cez priradený podchladzovač do zberača NTO3. Zo zberača NTO3 je kondenzát dopravený do potrubia hlavného kondenzátu pred NTO4 podávacími čerpadlami kondenzátu - podávacie čerpadlá sú vybavené minimálnym obtokom do zberača NTO3. Rezervná trasa odvodu kondenzátu zo zberača NTO3 ide do expandéra prevádzkových kondenzátov

Kondenzát vykurovacej pary NTO2 je cez priradený podchladzovač zaústený do expandéra NTO1. Odtiaľ je odvedený cez sifón a podchladzovač NTO1 do HK turbíny, spoločne s kondenzátom vykurovacej pary NTO1. Upchávková para z upchávok VT dielu turbíny je privedená do NTO2, ak je TG na výkone.

Pri zvýšenej hladine v NTO1 alebo NTO2 sa trasa upchávkovkej pary do NTO2 zatvára. Upchávková para je odvádzaná do expandéra prevádzkových kondenzátov.

Pri nominálnej prevádzke je vykurovacia para do NTO privádzaná z príslušných odberov turbíny. Rezervné vykurovanie NTO4 a NTO5 zabezpečuje ohrev hlavného kondenzátu parou z VS pri nábehu NT regenerácie a nízkom výkone TG. Kondenzát je po prechode nízkotlakovou regeneráciou dopravený cez odplyňovač do napájacej nádrže.

e) systém napájacích nádrží

Systém napájacích nádrží zabezpečuje dostatočnú zásobu napájacej vody a požadovanej nátokovej výšky na saní napájacích čerpadiel a termické odplyňovanie v kondenzáte. Para z kolektora 0,7MPa je privedená do odplyňovačov NN a priamo do NN. Tým sa zaisťuje termické odplyňovanie v odplyňovačoch ohrevom kondenzátu na požadovanú teplotu napájacej vody v NN.

Každý blok je vybavený dvomi napájacími nádržami. Každá nádrž má 2 horizontálne odplyňovače prevedenia. Napájacie nádrže sú na parnej a vodnej strane navzájom prepojené. Napájacia nádrž sa nachádza v etažérke. Napájacie nádrže majú vstavané vnútorné prepážky na zníženie dynamických účinkov náplne pri pôsobení seizmických vplyvov. Z dôvodu seizmického zaťaženia sú pod pätkami napájacej nádrže umiestnené viskózne antiseizmické tlmivé.

Odplyňovače sú ukotvené na nosnej plošine nad napájacou nádržou. S napájacou nádržou sú spojené potrubím. Na kompenzáciu tepelných dilatácií je potrubie osadené kompenzátorom.

f) systém hlavných napájacích čerpadiel

Spoločný sací kolektor je pripojený na každú napájaciu nádrž dvoma hrdlami.

Hlavné napájacie čerpadlá sú umiestnené v strojovni medzi TG. HNC, chladiče oleja hydraulických spojok, zvyšovacie čerpadlá chladiacej vody a sacie sítá sú umiestnené tiež v strojovni.

Hlavné napájacie čerpadlo je konštruované na štart bez predhrievania. Čerpadlá sú poháňané elektromotorom cez hydraulickú spojku. Na jeden blok pripadá 5 napájacích čerpadiel. Ľubovoľné 4 čerpadlá kryjú plný výkon bloku, piate je rezervné. Do sacích trás hlavných napájacích čerpadiel sú zapojené odbočky na havarijné napájacie čerpadlá.

ENČ neplnia žiadnu bezpečnostnú funkciu reaktorového bloku z pohľadu jadrovej bezpečnosti.

g) havarijné napájacie čerpadlá

Havarijný napájací systém parogenerátorov je projektovaný na nasledovné prevádzkové režimy:

- Počiatočná fáza nábehu, pri nižšom prietoku vody
- Parná fáza plánovaného dochladenia bloku, keď prietok napájacej vody poklesne na nižší prietok

Ak operátor včas spustí HNC, to je schopné plne zabezpečiť napájanie PG a to aj za roztrhnutia HNK.

Napájanie troch PG môže byť zabezpečené zatvorením uzatváracieho ventilu medzi oboma polovicami HNK, čím sa oddelí roztrhnutá polovica HNK. Tri PG, ktoré patria do roztrhnutej polovice HNK sú odstavené operátorom. Úniky napájacej vody z týchto PG sú zabránené kontrolnými ventilmi na HNK, dokým nie sú tieto PG odstavené.

Prepojenia PG na jednotlivé polovice HNK sú navrhnuté tak, aby poskytovali vyrovnané chladenie aktívnej zóny, keď je jedna polovica HNK odstavená.

Systém nie je seizmicky odolný, pretože nie je určený na prevádzku počas a po zemetrasení; samozrejme, môže byť systém použitý ako prídavné opatrenie, ak je dokázané, že systém alebo jeho príbuzné systémy neboli počas zemetrasenia poškodené.

HNČ je prevádzkované v konfigurácii 1+1. Sú inštalované dve čerpadlá s elektropohonom pre každý blok, ktoré spolu s príslušným potrubím vytvárajú dva zálohované systémy.

Čerpadlá a príslušné ventily sú napájané z dvoch nezávislých systémov SZN 1, 2, ktoré sú v prípade SN napájané z rôznych DG.

HNČ berie vodu z dvoch NN a každé čerpadlo je napojené na jednu polovicu sacieho kolektora ENČ. Sací kolektor môže byť oddelený na dve polovice oddeľovacou armatúrou.

Napájacia voda je privádzaná na každé čerpadlo individuálnym výtlačným potrubím do jednej polovice HNK. Tento sací kolektor a potrubie s regulačnými ventilmi napájacej vody pre jednotlivé PG slúži tiež pre ENČ. HNK je možné oddeliť oddeľovacími armatúrami.

Výtlak každého čerpadla je vybavený regulačným ventilom, ktorý zabraňuje presiahnutiu prevádzkovej oblasti čerpadla a ktorý je plne otvorený pri nominálnom prietoku.

Riadiace trasy napájacej vody pre každý PG sú vybavené hlavnými a obtokovými regulačnými ventilmi za účelom efektívne riadiť prietok. Vedľa každého uzatváracieho ventilu, pred regulačným ventilom, je inštalovaná jedna rýchločinná armatúra.

Každé čerpadlo je chladené príslušným systémom TVD (1. a 2. redundancia) a elektricky napájané zo SZN 1 a 2.

h) systém VT regenerácie

Vysokotlaková regenerácia každého TG sa skladá z dvoch VT ohrievačov. Nachádza sa v strojovni.

VT ohrievač je vertikálna celozvarovaná valcová nádoba na spodnej strane uzavretá guľovým dnom s prielozom. Teplovýmennú plochu tvorí zväzok nerezových rúrok zavalcovaných do rúrkovnice umiestenej nad guľovým dnom. Spodná časť rúrkovnice je ponorená v kondenzáte vykurovacej pary, čím je vytvorený podchladzovač.

Vo VTO1 je napájacia voda ohrievaná parou odoberanou zo 7. odberu turbíny.

Vo VTO2 je napájacia voda ohrievaná parou z 8. odberu TG. Kondenzát vykurovacej pary je kaskádovaný cez uvoľňovač do VTO1. Hladina vo VTO2 je udržiavaná regulačným ventilom.

V zberači kondenzátu 1. stupňa sa zhromažďuje kondenzát vykurovacej pary z VTO1.

V zberači kondenzátu 2. stupňa sa zhromažďuje kondenzát vykurovacej pary z VTO2.

Expandér v kaskáde z VTO2 do VTO1 slúži k oddeleniu pary a kondenzátu za kaskádou zo zberača 2. stupňa.

Kondenzát z vykurovacej pary je pod tlakom odvedený do napájacej nádrže. Pri zvýšenej hladine vo VTO je odvedený do expandéra prevádzkových kondenzátov, súčasne sa otvára elektroventil na odvodu do expandéra prevádzkových kondenzátov.

i) systém úpravy turbínového kondenzátu

Predmetom tejto časti sú potrubné systémy a zariadenia úpravy turbínového kondenzátu.

Kondenzát z hlavného kondenzátora je čistený na zariadení blokovej úpravy kondenzátu (BUK). Čistenie sa vykonáva počas prevádzky turbín na výkone. Zariadenie pozostáva z dvoch paralelne zapojených zmesných iontomeničových filtrov (pre každú turbínu). Každá dvojica filtrov je vybavená jedným obtokom s regulačnou armatúrou. Za každým zmesným filtrom je zaradená dvojica kužeľových mikrosít z nerezového materiálu. Sú určené na zachytenie prípadných uniknutých ionexov z filtrov. Obtok filtrov sa používa pri nábehu turbín.

Znečistený kondenzát z kondenzátora je dopravovaný do napájacej nádrže, resp. do nádrží chemickej úpravy vody (CHÚV).

Filtre BUK je povolené uviesť do prevádzky až po dosiahnutí predpísanej kvality kondenzátu. Kvalita kondenzátu sa dosiahne vodovýmenou, t.j. odčerpávaním kondenzátu na CHÚV. Odčerpané množstvo je doplnené demineralizovanou vodou. Ventil na obtoku filtrov sa otvára pri odstavení filtrov alebo ich zanesení.

Zariadenie BUK je dimenzované na plný prietok turbínového kondenzátu, pripojené je medzi výtlak čerpadiel kondenzátu prvého stupňa a sanie čerpadiel kondenzátu druhého stupňa.

Súčasťou BUK je spoločné regeneračné hospodárstvo filtrov pre oba bloky elektrárne. Regeneračné hospodárstvo tvoria štyri nádrže externej regenerácie ionexových náplní filtrov a sústava potrubí a armatúr. Súčasťou regeneračného hospodárstva je sústava dvoch nádrží agresívnych odpadov.

V nádržiach agresívnych odpadov sa zhromažďujú agresívne vody z externej regenerácie. Obsah nádrže je odčerpávaný na neutralizáciu do objektu CHÚV. Po neutralizácii je vypúšťaný do kanalizácie. V sústave BUK sú aj 3 nádrže neagresívnych odpadov. V týchto nádržiach sa zachytávajú pracie vody z regeneračného hospodárstva filtrov. Obsah nádrží je odvádzaný dvoma čerpadlami do nádrže nečistého kondenzátu CHÚV. Po chemickom očistení v CHÚV filtroch je kondenzát vrátený späť do technologického procesu. Ak nastala rádiologická kontaminácia obsahu nádrže agresívnych a neagresívnych odpadov, potom je obsah nádrží odvádzaný do špeciálneho vodného hospodárstva reaktorovne.

j) systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a prepájacie potrubie s príslušnými ventilmi) používané na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla

HNČ a NN sú popísané vyššie. Ďalšie časti systémov zaisťujúcich odvod zostatkového tepla z I.O. technológiou II.O. sú podrobne popísané v kap. 6.8.1.

6.8.3.2.1.1 Bezpečnostné funkcie, ktoré plní systém

Bezpečnostné funkcie sú popísané v kap. 6.8.1.1.1 pre systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepájacieho potrubia s príslušnými ventilmi) používanými na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla z I.O. technológiou II.O.

Ďalšie časti systém podľa rozsahu tejto kapitoly (nezaradenými do systémov odvodu zostatkového tepla) neplnia žiadnu bezpečnostnú funkciu.

6.8.3.2.1.2 Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Kategorizácia do BT a seizmická kategorizácia je popísaná v sekcii 6.8.1.1.2 pre systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepájacieho potrubia s príslušnými ventilmi) používaných na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla z I.O. technológiou II.O.

Ďalšie časti systém v rozsahu tejto kapitoly (nezaradenými do systémov odvodu zostatkového tepla) neplnia žiadnu bezpečnostnú funkciu. Tieto časti nie sú seizmicky kategorizované (seizmická trieda 2b).

6.8.3.2.1.3 Systémy, ktoré podporujú ostatné zariadenia v systéme konverzie pary

- Systém odvodnení a odvzdušnení
- Priemyselná kanalizácia
- SKR
- Systém elektrického napájania
- Systém odberu vzoriek
- Systém TVD

6.8.3.2.1.4 Elektrické napájanie

Princíp elektro časti a zaisteného napájania je popísaný v kapitole 6.6 - Elektrické napájanie tejto PpBS. V kapitole sú popísané:

- Spoločné a základné princípy riešenia systému zaisteného elektrického napájania jadrovej elektrárne
- Požiadavky na elektrické napájanie spotrebičov (opis údajov a hodnoty)
- Schéma zaisteného elektrického napájania jadrovej elektrárne – opis zdrojov a rozvodov zaisteného elektrického napájania, vrátane núdzových napájacích systémov.

Elektrické napájanie ENČ je zaistené z blokových rozvodní. Každá rozvodňa má hlavný a záložný vstup s automatickým záskokom.

.

6.8.3.2.1.5 Systém kontroly a riadenia

Systém kontroly a riadenia hodnoteného systému slúži na monitorovanie hladín médií, tlakov, teplôt a elektrických veličín. Tieto systémy tiež poskytujú automatické a manuálne ovládanie pohonov (štart, stop, automatické zálohovanie) čerpadiel.

Výstupné signály zo systému sa používajú na nastavenie výkonu čerpadiel, kontrolu blokad, ochrán a signalizácie, manometrov a ručného a diaľkového ovládania.

Systém SKR JE MO34 je popísaný a hodnotený v kapitole 6.5 PpBS.

6.8.3.2.2 Činnosť obsluhy

Prevádzka jednotlivých zariadení je vykonávaná v súlade s platnou prevádzkovou dokumentáciou pre normálnu prevádzku a abnormálne prevádzkové stavy.

Predpisy pre normálnu prevádzku:

- Kondenzácia turbíny
- NT a VT regenerácia TG
- Napájacie stanice, elektronapájačky a havarijné napájacie čerpadlá
- Napájacie hlavy PG a potrubie napájacej vody

- Potrubné rozvody pary, redukčné stanice a rozvod kondenzátu
- Dochladzovacie zariadenia reaktora
- Kontinuálne čistenie kondenzátora
- Chladiaca voda v strojovni
- Centrálné olejové hospodárstvo

6.8.3.2.3 Popis a zásady prevádzkových stavov

6.8.3.2.3.1 Normálna prevádzka bloku

Za normálnej prevádzky, v súlade s príslušnými prevádzkovými režimami bloku, je úlohou ostatných zariadení v systéme konverzie pary doprava pary a kondenzátu od zdrojov k spotrebičom, spracovanie v spotrebičoch vrátane návratu do okruhu s najmenšími stratami.

Systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepojovacie potrubie s príslušnými ventilmi) používaných na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla sú v normálnej prevádzke JE v pohotovostnom režime.

Prevádzka jednotlivých zariadení je vykonávaná v súlade s platnou prevádzkovou dokumentáciou pre normálnu prevádzku bloku.

6.8.3.2.3.2 Prevádzka bloku za abnormálnych a havarijných podmienok

Prevádzka systému odvodu zostatkového tepla počas abnormálnej prevádzky a v havarijných stavov je popísaná v kap. 6.8.1.1.7.

Prevádzka ďalších zariadení nie je požadovaná počas abnormálnej prevádzky a havarijných stavov JE. Prevádzka je v súlade s platnou prevádzkovou dokumentáciou pre abnormálne stavy – viď kap. 6.8.3.2.2 vyššie.

6.8.3.2.4 Detailné prvky projektu

6.8.3.2.4.1 Dispozičné riešenie

Jednotlivé komponenty sú umiestnené v objektoch:

- Strojovňa
- Pozdĺžna etažérka

6.8.3.2.4.2 Hlavné komponenty systému

a. potrubný systém odberovej pary TG

Systém odberových potrubí je posudzovaný od spätných klapiek po uzatváracie armatúry pred spotrebičmi pary. Voľba materiálu potrubia je vykonaná s ohľadom na odolnosť voči erózii spôsobovanej prúdiacim médiom. Priemer potrubí je volený s ohľadom na prípustnú rýchlosť prúdenia, z dôvodu zníženia vplyvu rýchlosti na eróziu rovných úsekov a tvaroviek odberových potrubí TG. Hrúbka steny je dimenzovaná tak, aby tlakové pomery neporušili celistvosť steny s potrebnou rezervou a prídavkom na možnú eróziu počas životnosti elektrárne.

b. systém separácie a prehrievania pary

Skladá sa:

- Separátor prehrievač:
- Zberná nádrž separátu
- Zberač kondenzátu 1°
- Zberač kondenzátu 2°
- Podávacie čerpadlo separátu

c. systém kondenzácie (vrátane odvodu kondenzátu z II. O. na CHÚV)

Sklá sa:

- Kondenzátor
- Čerpadlo kondenzátu 1°
- Čerpadlá kondenzátu 2°
- Čerpadlo vodných výjev
- Kondenzátor komínkových pár:
- Ventilátor komínkových pár:

d. NT regenerácia

- Nízkotlakový ohrievač č.1 (NTO1)

Ohrieva kondenzát parou z 1. odberu turbíny.

Podchladzovač NTO1

Ochladzuje kondenzát vykurovacej pary z NTO1 a NTO2.

- Nízkotlakový ohrievač č.2: (NTO2)

Ohrieva hlavný kondenzát parou z 2. odberu turbíny.

Podchladzovač NTO2:

Ochladzuje kondenzát vykurovacej pary z NTO2.

- Nízkotlakový ohrievač č.3:

Ohrieva kondenzát parou z 3. odberu turbíny.

Zberač kondenzátu NTO3:

je vertikálna valcová nádoba na zhromažďovanie kondenzátu vykurovacej pary z NTO5,4,3.

Podávacie čerpadlo kondenzátu NTO3:

- Nízkotlakový ohrievač č.4: (NTO4)

Je určený na ohrev hlavného kondenzátu parou zo 4. odberu turbíny.

Podchladzovač NTO4:

Podchladzovač ochladzuje kondenzát vykurovacej pary z NTO4 a NTO5.

- Nízkotlakový ohrievač č.5:

Slúži na ohrev hlavného kondenzátu parou z 5. odberu vysokotlakového dielu turbíny.

Podchladzovač NTO5. I

e. napájacie nádrže (NN)

- Napájacia nádrž
- Odplyňovač I
- Čerpadlo dopĺňania napájacích nádrží 1 MPa

f. hlavné napájacie čerpadlá

- Čerpadlo - tzv. elektronapájačky

g. havarijné napájacie čerpadlá

- Čerpadlo paralelne spojené s napájačkami

h. systém VT regenerácie

- Vysokotlakový ohrievač 1
- Vysokotlakový ohrievač 2

i. systém úpravy turbínového kondenzátu

Parametre sú uvedené v kapitole 6.8.3.2.1 tohto dokumentu.

j. systém odvodu tepla

- Technologické kondenzátory
- Dochladzovacie čerpadlá

HNČ a NN sú popísané vyššie. Ďalšie časti systémov zabezpečujúcich odvod zostatkového tepla z I.O. technológiami II.O. je popísaný v kapitole 6.8.1.

6.8.3.3 Technické hodnotenie systému

6.8.3.3.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Požiadavky vybraných zariadení sú popísané v kapitole 6.8.1.2.1 pre systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepájacie potrubie s príslušnými ventilmi) používaných pre dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla z I.O. technológiou II.O.

Ďalšie časti systému podľa rozsahu kapitoly (nezahŕňajúc systém odvodu zostatkového tepla) neplnia žiadnu bezpečnostnú funkciu.

6.8.3.3.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Požiadavky a ich plnenie pre pevnosť a živnosť sú zdokumentované v STD pre príslušné časti zariadení.

Systém nie je seizmicky odolný.

6.8.3.3.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému

6.8.3.3.3.1 Kritérium jednoduchkej poruchy

Kritérium jednoduchkej poruchy pre systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepojovacie potrubie s príslušnými ventilmi) používané na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla sú špecifikované v sekcii 6.8.1.2.3.1. Plnenie požiadavky jednoduchkej poruchy nie je požadované pre ostatné spomenuté systémy.

6.8.3.3.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Kritérium poruchy so spoločnou príčinou pre systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepojovacie potrubie s príslušnými ventilmi) používané na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla sú špecifikované v sekcii 6.8.1.2.3.2.

Plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou nie je požadované pre ostatné spomenuté systémy.

6.8.3.3.3.3 Analýza spoľahlivosti

Analýza spoľahlivosti pre systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepojovacie potrubie s príslušnými ventilmi) používané na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla sú špecifikované v sekcii 6.8.1.2.3.3.

Všeobecné projektové riešenie je navrhnuté pre minimalizáciu neplánovaných odstávok alebo veľkých výpadkov napájania spôsobených poruchou jednotlivých komponentov. Toto je zabezpečené zálohovaním vybraných komponentov, použitím vhodných diagnostických nástrojov a stavom monitorovacích zariadení, za účelom zaistiť včasné plánované výmeny alebo opravy.

6.8.3.3.3.4 Preukázanie kvalifikácie systému

Výroba, dodávka a inštalácia spĺňa požiadavky definované v príslušných plánoch kvality pre jednotlivé komponenty. Použité štandardy, normy a pravidlá platné pre projekt jadrových zariadení sa vzťahujú na materiály, výrobné postupy a skúšky počas výroby a prevádzky.

Plnenie plánov kvality je zdokumentované v príslušnej STD.

6.8.3.4 Bezpečnostné zhodnotenie systému

Bezpečnostné hodnotenie pre systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepojovacie potrubie s príslušnými ventilmi) používané na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla sú špecifikované v sekcii 6.8.1.3.

Vyššie spomínané systémy (dochladzovacia stanica, HNČ, NN a ich prepojovacie potrubie s príslušnými ventilmi) používané na dochladzovanie bloku a odvod zostatkového tepla z I.O. technológiou II.O. a ich vybrané zariadenia a potrubia vykonávajú ochranu do hĺbky 1. a 2. úrovne. Tieto systém vykonávajú tiež ochranu do hĺbky 3. úrovne v niektorých prípadoch, napr. SN bez seizmickej udalosti.

Zvyšné zariadenia v systéme premeny pary JE MO34 sú prevádzkové systémy. Nepatria medzi vybrané zariadenia, príslušné časti zariadení nie sú kategorizované v súlade s Vyhláškou ÚJD SR č. 430/2011 [II.13]. Avšak zvyšné zariadenia systému premeny pary sú navrhnuté robustným spôsobom, aby zabezpečili vysokú

spoľahlivosť a prevádzkovú flexibilitu, pretože systém premeny pary vykonáva ochranu do hĺbky na 1., niekedy 2. úrovni.

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

- [II.1] BNS I.1.2/2008 ROZSAH A OBSAH BEZPEČNOSTNEJ SPRÁVY, ÚJD SR, BRATISLAVA, 11/2008
- [II.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
- [II.3] ZÁKON Č. 541/2004 Z. Z. O MIEROVOM VYUŽÍVANÍ JADROVEJ ENERGIE (ATÓMOVÝ ZÁKON)
- [II.4] VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 58/2006 Z. Z., KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O ROZSAHU, OBSAHU A SPÔSOBE VYHOTOVOVANIA DOKUMENTÁCIE JADROVÝCH ZARIADENÍ POTREBNEJ K JEDNOTLIVÝM ROZHODNUTIAM
- [II.5] VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 50/2006 Z. Z., KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA JADROVÚ BEZPEČNOSŤ JADROVÝCH ZARIADENÍ PRI ICH UMIESTŇOVANÍ, PROJEKTOVANÍ, VÝSTAVBE, UVÁDZANÍ DO PREVÁDZKY, PREVÁDZKE, VYRAĐOVANÍ A PRI UZATVORENÍ ÚLOŽISKA, AKO AJ KRITÉRIÁ PRE KATEGORIZÁCIU VYBRANÝCH ZARIADENÍ DO BEZPEČNOSTNÝCH TRIED
- [II.6] EUR 2001, KAP. 2 A 4.
- [II.7] NUREG-0737 CLARIFICATION OF TMI ACTION PLAN REQUIREMENTS, NOV. 1980
- [II.8] VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 431/2011 O SYSTÉME MANAŽÉRSTVA KVALITY
- [II.9] BNS I.1.2/2014 ROZSAH A OBSAH BEZPEČNOSTNEJ SPRÁVY, ÚJD SR, BRATISLAVA, 01/2014
- [II.10] ROZHODNUTIE ÚJD SR Č. 267/2008 - PRIPOMIENKY K ROZSAHU A OBSAHU PBS PRE MO34
- [II.11] ROZHODNUTIE ÚJD SR Č. 63/2015 - SCHVÁLENIE KATEGORIZÁCIE VYBRANÝCH ZARIADENÍ DO BEZPEČNOSTNÝCH TRIED PODĽA DOKUMENTOV PNM34361188 A PNM34361189
- [II.12] VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 56/2006, KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA DOKUMENTÁCIU SYSTÉMU KVALITY DRŽITEĽA POVOLENIA, AKO AJ PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA KVALITU JADROVÝCH ZARIADENÍ, PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA KVALITU VYBRANÝCH ZARIADENÍ A PODROBNOSTI O ROZSAHU ICH SCHVAĽOVANIA
- [II.13] VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 430/201, KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA JADROVÚ BEZPEČNOSŤ