

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 05.02 Splnenie projektových požiadaviek, koncepcií, kritérií a cieľov

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

SE Rev	Date / Dátum	LC	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil	Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil
				Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N
Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:				Approval / Schválenie	X	Information Only / Len na informáciu	Company use/P
The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.							
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 09		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361020		A4	6.01	RS	Z
				Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Plant Unit / Blok elektrárne
* P N M 3 4 3 6 1 0 2 0 0 9 *				1	92		Component / Komponent

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436102009_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 18.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE, a.s.	0520	18.07.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE, a.s.	0520	18.07.2019		
Verified by / Overil:			VUJE, a.s.	0720	18.07.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE, a.s.	1703	18.07.2019		

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

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

Revision record / Záznam o revízii

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

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Kapitola 05.02 Splnenie projektových požiadaviek, koncepcií, kritérií a cieľov	• PNM3436102009_S_C00_V	• 09
2.	• Kapitola 05.02 Splnenie projektových požiadaviek, koncepcií, kritérií a cieľov	• PNM3436102009_S_C01_V	• 09
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	6
ÚVOD	10
SPÔSOB ZAPRACOVANIA PRIPOMIENOK ÚJD SR KU KAPITOLE 05.02 PBS MO34 (ROZHODNUTIE Č.267/2008)	10
DEFINÍCIE A POJMY	11
5.2 Splnenie projektových požiadaviek, koncepcií, kritérií a cieľov	15
5.2.1 Riešenie jadrovej bezpečnosti, bezpečnostné funkcie a charakteristiky	16
5.2.1.1 Bezpečnostné funkcie	16
5.2.1.1.1 Zaradenie systémov, konštrukcií a komponentov do bezpečnostných tried	17
5.2.1.2 Zatriedovanie zariadení MO34 do seizmických kategórií	18
5.2.1.3 Kvalifikácia zariadení	18
5.2.2 Ochrana do hĺbky	20
5.2.2.1 Úrovne ochrany	21
5.2.2.2 Fyzická ochrana v koncepte ochrany do hĺbky	24
5.2.3 Radiačná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy	25
5.2.3.1 Radiačné ciele pre projekt dostavby MO34	25
5.2.3.2 Ventilačné a filtračné systémy	26
5.2.4 Ochrana proti vnútorným a vonkajším udalostiam	28
5.2.4.1 Uvažované udalosti	28
5.2.4.2 Prístup k hodnoteniu vnútorných a vonkajších udalostí	28
5.2.4.3 Vnútorné udalosti	29
5.2.4.3.1 Integrované generované strely	30
5.2.4.3.2 Roztrhnutie vysoko energetických potrubí	30
5.2.4.3.3 Pád bremena	31
5.2.4.3.4 Vnútorné požiare a výbuchy	32
5.2.4.3.5 Vnútorné záplavy	34
5.2.4.3.6 Elektromagnetická interferencia	35
5.2.4.3.7 Závery analýz vnútorných udalostí	36
5.2.4.4 Vonkajšie udalosti	36
5.2.4.4.1 Náhodný pád lietadla	37
5.2.4.4.2 Extrémne meteorologické podmienky	38
5.2.4.4.3 Ochrana proti zemetraseniu	44
5.2.4.4.4 Blízke priemyselné, dopravné a vojenské objekty	46
5.2.4.4.5 Vonkajšie záplavy	49
5.2.4.4.6 Sabotáž	50
5.2.4.4.7 Úmyselný náraz malého lietadla	51
5.2.5 Kritérium jednoduchej poruchy	52
5.2.6 Princíp poruchy zo spoločných príčin	53
5.2.7 Správna technická prax a prevádzkové skúsenosti	54
5.2.8 Výsledky výskumu v oblasti jadrovej bezpečnosti	55
5.2.9 Havárie uvažované v projekte JZ	56
5.2.9.1 Základné východiská projektu a bezpečnostné ciele	56
5.2.9.2 Deterministické bezpečnostné analýzy očakávaných udalostí a projektových havárií	58
5.2.9.3 Havárie v podmienkach rozšíreného projektu	62
5.2.9.3.1 Koncepcia analýz havárií v podmienkach rozšíreného projektu	62
5.2.9.3.2 Všeobecné pravidlá hodnotenia havárií v podmienkach rozšíreného projektu	63

5.2.9.3.3	Vybrané nadprojektové havárie.....	64
5.2.9.3.4	Vybrané ťažké havárie pre projekt MO34	64
5.2.10	Ďalšie všeobecné požiadavky a kritériá	65
5.2.10.1	Ochrana proti požiaru.....	65
5.2.10.2	Dozorne.....	66
5.2.10.3	Bezpečnostné systémy a systémy kontroly a riadenia	67
5.2.10.3.1	Bezpečnostné systémy	67
5.2.10.3.2	Systémy SKR	69
5.2.10.3.2.1	Bezpečnostná a seizmická kategorizácia systémov SKR	72
5.2.10.3.2.2	Kvalifikácia systémov SKR	73
5.2.10.4	Vonkajšie systémy elektrického napájania	74
5.2.10.4.1	Vyvedenie výkonu	74
5.2.10.4.2	Rezervný zdroj napájania	78
5.2.10.5	Vnútorne systémy elektrického napájania	80
5.2.10.5.1	Napájanie vlastnej spotreby	80
5.2.10.5.2	Systém normálneho napájania	82
5.2.10.5.3	Zaistené napájanie	83
5.2.10.6	Prevádzkové kontroly, údržba a monitorovanie zariadenia	87
5.2.11	Opatrenia na zvýšenie bezpečnosti JE MO34 po vykonaní záťažových testov	88
5.2.11.1	Vyhodnotenie premietnutia opatrení Národného akčného plánu do projektu dostavby MO34.....	88
5.2.11.2	Vyhodnotenie bezpečnosti zmien projektu dostavby MO34, ktoré boli prijaté na základe opatrení z Národného akčného plánu	88

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

AAC	Náhradný striedavý zdroj (pre riešenie SBO)
ALS	Automatická záťažová sekvencia
ANN	Agregát neprerušeného napájania
ANT	Odbočkový transformátor
AST	Rezervný transformátor
AT	Autotransformátor
APK	Aktívny potrubný kanál
APS	Automatika postupného spúšťania
ATWS	Očakávaný prechodový proces bez automatického odstavenia reaktora
AZ	Aktívna zóna
AZR	Automatický záskok rezervy
BD	Bloková dozorňa
BDB	Vybraná nadprojektová havária
BF	Bezpečnostná funkcia
BO	Bezpečnostné opatrenie
BaPP	Budova pomocných prevádzok
BS	Bezpečnostný systém
BT	Bezpečnostná trieda
CCF	Porucha so spoločnou príčinou (Common Cause Failure)
CDF	Frekvencia tavenia aktívnej zóny
DBC	Projektové podmienky
DG	Diesलगенератор
DGS	Diesलगенераторová stanica
DRTS	Diverzitný systém rýchleho odstavenie reaktora
ELE	Elektrické zariadenie
EMO12	Jadrová elektrárň Mochovce 1. a 2. blok
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EMI	Elektromagnetická interferencia
EOPs	Predpisy pre riešenie núdzového stavu (Emergency Operating Procedures)
EPS	Elektronická požiarňa signalizácia

ES	Energetická sieť
ESFAS	Systém zaistenia bezpečnosti
EUR	Požiadavky európskych prevádzkovateľov
GCB	Generátorový vypínač
HCC	Hlavné cirkulačné čerpadlo
HMI	Rozhranie človek stroj (Human machine interface)
HP	Hermetický priestor
HRK	Havarijná regulačná a kompenzačná kazeta
HRS	Havarijné riadiace stredisko
HSCHZ	Havarijný systém chladenia zóny
HVB	Hlavný výrobný blok
HZ	Hermetická zóna
IEC	Medzinárodná komisia pre elektrotechniku
IU	Iniciačná udalosť
I.O.	Primárny okruh
II.O.	Sekundárny okruh
IVR	Zachovanie kória v nádobe reaktora (In vessel retention)
JB	Jadrová bezpečnosť
JE	Jadrová elektrárňa
JZ	Jadrové zariadenie
LaP	Limity a podmienky
KHP	Kontrola hermetičnosti pokrytia
KO	Kompenzátor objemu
MAAE	Medzinárodná atómová agentúra
MO34	Jadrová elektrárňa Mochovce 3. a 4. blok
ND	Núdzová dozorňa
OCB	Vývodový vypínač
OV KO	Odľahčovací ventil kompenzátora objemu
PAMS	Pohavarijný monitorovací systém
PBS	Predbežná bezpečnostná správa
PIU	Postulované iniciačné udalosti
PICS	Počítačový, informačný a riadiaci systém

PG	Parogenerátor
PGA	Špičkové zrýchlenie na úrovni terénu
PLKVZ	Plán kvality vybraného zariadenia
PNVS	Pracovné napájanie vlastnej spotreby
PpBS	Predprevádzková bezpečnostná správa
PSHA	Pravdepodobnostné hodnotenie seizmického rizika
PSA	Pravdepodobnostná analýza bezpečnosti
PSA	Prepúšťacia stanica do atmosféry
PV PG	Poistný ventil parogenerátora
RaL	Rádioaktívne látky
RaO	Rádioaktívny odpad
RCS	Systém regulácie výkonu reaktora
RČA	Rýchločinná armatúra
Re	Reaktor
RLS	Systém obmedzovania výkonu reaktora
RPS	Systém ochrany reaktora
RRCS	Systém ovládania riadiacich tyčí
RTS	Systém rýchleho odstavenia bloku
RNVS	Rezervné napájanie vlastnej spotreby
SA	Ťažká havária
SAMG	Návody na riadenie ťažkej havárie
SAMS	Systém monitorovania ťažkých havárií
SAS	Bezpečnostný automatizačný systém
SBO	Úplná strata napájania vlastnej spotreby
SDV	Metóda hodnotenia ohrozenia objektov na základe bezpečnej vzdialenosti od zdroja rizika (Safety Distance Value)
SEPS	Slovenská elektrizačná a prenosová sústava, a.s.
SER	Správa o významných udalostiach
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SICS	Bezpečnostný informačný a riadiaci systém
SJ	Strojno-jadrové
SKR	Systém kontroly a riadenia
SL-1	Projektové zemetrasenie

SL-2	Maximálne výpočtové zemetrasenie
SMS	Seizmický informačný systém (Seismic Monitoring System)
SOER	Správa o významných prevádzkových skúsenostiach
SNB	Systém nesúvisiaci s JB
SO	Stavebný objekt
SPDS	Systém monitorovania bezpečnostných parametrov bloku
SPL	Pravdepodobnostná metóda hodnotenia objektov na základe frekvencie vzniku ohrozenia udalosti, s uvažovaním potenciálnych rádiologických následkov. (Safety Probability Limit)“
SSK	Stavby, systémy a komponenty
STN	Slovenská technická norma
SVB	Systém so vzťahom k bezpečnosti
SVRK	Systém vnútro reaktorovej kontroly
SZN	Systém zaisteného napájania
TLAA	Analýzy s časovo obmedzenou platnosťou
TP	Technické podmienky
TS	Turbosústrojenstvo
UCB	Blokový vypínač
UPS	Záložný zdroj energie
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
ÚP	Úvodný projekt
VS	Vlastná spotreba
VV	Vyvedenie výkonu
VVN	Veľmi vysoké napätie
VZ	Vybrané zariadenie
VZT	Vzduchotechnika
WANO	Svetové združenie prevádzkovateľov jadrových elektrární
ŽP	Životné prostredie

ÚVOD

Kap. 05.02 Predprevádzkovej bezpečnostnej správy pre MO34 preukazuje súlad projektu JZ so všeobecnými požiadavkami, koncepciami, princípmi, kritériami a charakteristikami, ktoré samy o sebe odrážajú bezpečnostné ciele prijaté pre JZ MO34. Sú tu uvedené aj modifikované časti projektu vyplývajúce jednak z podmienok rozšíreného projektu a jednak z analýz a výsledkov tzv. stress testov pre MO34.

Obsah a rozsah tejto kapitoly vychádza z požiadaviek Bezpečnostného návodu ÚJD SR I.1.2/2008 „Rozsah a obsah bezpečnostnej správy“ I, ktorý bol vypracovaný na základe dokumentu MAAE „Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants“ [II.2], pričom bolo prihliadnuté v primeranom rozsahu k návodu BNS I.1.2/2014 [II.64].

Označenie jednotlivých častí kapitoly je v súlade s kap. 05.01 - Všeobecné ciele, princípy a požiadavky na projekt JE MO34

SPÔSOB ZAPRACOVANIA PRIPOMIENOK ÚJD SR KU KAPITOLE 05.02 PBS MO34 (ROZHODNUTIE Č.267/2008)

Spôsob zapracovania pripomienok ÚJD SR ku kapitole 05.02 PBS MO34 obsiahnutých v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008 (pripomienka č. 27):

Pripomienka č. 27: „Do príslušných častí kapitol 05.02 a 07.04 správy doplniť informáciu o tom, na aké hraničné podmienky sú systémy a komponenty dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti projektované v zmysle požiadavky uvedenej vo Vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z., Príloha č. 3 časť B I. F. (1).“

Spôsob zapracovania: Pripomienka je zapracovaná v kap. 05.02.09.02.

DEFINÍCIE A POJMY

Abnormálna prevádzka

Prevádzkový stav odchyľujúci sa od normálnej prevádzky, ktorého výskyt sa predpokladá najmenej raz za životnosť zariadenia, pričom s ohľadom na zodpovedajúce projektové opatrenia nespôsobí významné poškodenie komponentov dôležitých pre jadrovú bezpečnosť ani nepovedie k havarijným podmienkam.

Bezpečná porucha

Schopnosť komponentu alebo systému prejsť pri svojom zlyhaní do bezpečného stavu bez nutnosti iniciovania akejkoľvek činnosti.

Bezpečnostná skupina

Súbor zariadení, ktorý vykonáva všetky činnosti požadované pri postulovanej iniciačnej udalosti tak, aby hraničné hodnoty uvedené v zadani na projekt neboli prekročené.

Bezpečnostný systém

Systém zaisťujúci bezpečné odstavenie jadrového reaktora, alebo odvod tepla z aktívnej zóny reaktora, alebo obmedzenie následkov abnormálnej prevádzky a projektových havárií.

Bezpečnostný cieľ

Je dosiahnutie stavu, v ktorom bude preukázaná požadovaná bezpečnosť a nebudú prekročené limity pre normálnu a abnormálnu prevádzku a zabezpečenie, že pre všetky postulované iniciačné udalosti, s ktorými sa v projekte elektrárne uvažuje, nemali rádiologické dôsledky, ak by aj nastali, budú v rámci ustanovených limitov.

Havarijné podmienky

Odchýlky od normálnej prevádzky, závažnejšie ako abnormálna prevádzka, zahŕňajúce projektové havárie a havárie v podmienkach rozšíreného projektu.

Jadrová bezpečnosť

Je technický stav a spôsobilosť jadrového zariadenia alebo prepravného zariadenia ako aj schopnosť ich obsluhy zabrániť nedovolenému úniku rádioaktívnych látok alebo ionizujúceho žiarenia do pracovného prostredia alebo do životného prostredia a schopnosť predchádzať udalostiam a zmierňovať následky udalostí v jadrových zariadeniach alebo pri preprave rádioaktívnych materiálov.

Jednoduchá porucha

Kritériom jednoduchej poruchy je schopnosť komponentu alebo systému zvládnuť jednu náhodnú poruchu, ktorá môže mať za následok stratu schopnosti komponentu alebo systému plniť svoje bezpečnostné funkcie, na ktoré je určený; následné poruchy v dôsledku tejto jednoduchej poruchy sa považujú za jej súčasť.

Jadrové zariadenie

Súbor civilných stavebných objektov a nevyhnutných technologických zariadení v projekte určenej konfigurácii, určených na:

1. výrobu elektrickej energie alebo na výskum v oblasti jadrovej energie, ktorých súčasťou je jadrový reaktor alebo jadrové reaktory, ktoré budú využívať, využívajú alebo využívali riadenú štiepnu reťazovú reakciu,
2. nakladanie s jadrovými materiálmi s množstvom väčším ako jeden efektívny kg okrem priestorov na skladovanie kontajnerov a krytov, v ktorých sa jadrový materiál používa ako tieniaci materiál na rádioaktívne žiariče, zariadení na úpravu uránovej rudy a skladov uránového koncentráta,
3. nakladanie s vyhoretým jadrovým palivom,
4. nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi, alebo
5. obohacovanie uránu alebo výrobu jadrového paliva.

Kategorizácia

Spôsob zatriedovania konštrukcií, systémov a komponentov vrátane softvéru na základe ich funkcie a dôležitosti z hľadiska bezpečnosti jadrového zariadenia, tieto položky musia byť projektované, vybudované a udržiavané tak, aby ich kvalita a spoľahlivosť boli primerané tejto kategorizácii.

Kvalifikácia

Potvrdenie, že vybrané zariadenia sú schopné splniť počas svojej projektovej prevádzkovej životnosti požiadavky na vykonávanie ich funkcií z pohľadu jadrovej bezpečnosti pri zohľadnení vplyvu okolitých podmienok v čase ich použitia, pričom okolité podmienky musia zahŕňať očakávané zmeny v prevádzke s ohľadom na ich starnutie, opotrebovanie a vplyv udalostí.

Limity a podmienky (bezpečnej prevádzky alebo bezpečného vyradovania)

Súbor prípustných hodnôt parametrov zariadení jadrového zariadenia a jednoznačne definovaných podmienok, pri dodržaní ktorých sú prevádzka alebo vyradovanie jadrového zariadenia bezpečné.

Norma

Množina povinných požiadaviek; súlad s nimi síce nie je právnou požiadavkou, ale nesúlad s nimi bez platného zdôvodnenia by bol nedbalosťou.

Normálna prevádzka

Prevádzka v rámci stanovených prevádzkových limit a podmienok.

Nadprojektová havária

Havária závažnejšia ako projektová havária; pre jadrové zariadenia s jadrovým reaktorom havária s možným poškodením aktívnej zóny.

Odstupňovaný prístup

Stupňovanie požiadaviek na funkčnosť, spoľahlivosť, odolnosť proti prostrediu a starnutiu a zabezpečovanie kvality vybraného zariadenia podľa jeho dôležitosti z hľadiska jadrovej bezpečnosti ale aj dôsledkov jeho zlyhania, po zohľadnení rozsahu testovania a údržby.

Ochrana do hĺbky

Systém viacnásobných fyzických bariér brániacich šíreniu ionizujúceho žiarenia a rádioaktívnych látok do pracovného prostredia alebo životného prostredia s opakovaným použitím technických a organizačných opatrení, slúžiacich na ochranu a zachovanie účinnosti týchto bariér, ako aj na ochranu osôb a životného prostredia.

Porucha

Strata schopnosti zariadenia vykonať požadovanú funkciu, alebo iniciáciu nežiaducich rušivých činností, ktoré by mohli viesť k neželaným dôsledkom.

Porucha so spoločnou príčinou (CCF)

Zlyhanie funkcie viacerých zariadení alebo systémov v dôsledku akejkoľvek jednej príčiny.

Postulovaná iniciačná udalosť

Projektom uvažovaná udalosť, ktorá môže viesť k stavu abnormálnej prevádzky alebo k havarijným podmienkam s výnimkou ťažkých havárií.

Projektová havária

Havarijnú podmienku, s ktorými projekt uvažuje počas prevádzky jadrového zariadenia a pre ktoré poškodenie jadrového zariadenia a uvoľnenie rádioaktívnych látok do okolia neprekročí ustanovené limity.

Stav bezpečného odstavenia

V podmienkach poruchy, alebo v podmienkach projektových havárií, alebo v podmienkach vybraných nadprojektových havárií sa JZ nachádza v stave bezpečného odstavenia ak je činnosťou prevádzkovateľa alebo činnosťou aktívnych alebo pasívnych bezpečnostných systémov zabezpečené plnenie nasledovných bezpečnostných funkcií:

- a) regulácia reaktivity,
- b) odvod tepla,
- c) zadržanie rádioaktívnych látok,
- d) regulácia a obmedzenie množstva a druhu rádioaktívnych látok uvoľnených do životného prostredia.

Ťažká havária

Nadprojektová havária jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom zahŕňajúca závažné poškodenie aktívnej zóny [II.4].

Vybraná ťažká havária

Ťažká havária s nezanedbateľnou frekvenciou jej možného výskytu [II.4].

Vybraná nadprojektová havária

Nadprojektová havária, pri ktorej môže dôjsť k poškodeniu aktívnej zóny jadrového reaktora, respektíve palivových článkov, ale je zvládnuteľná s použitím všetkých dostupných prostriedkov a opatrení uvažovaných v projekte a v prevádzke tak, že množstvo uvoľnených rádioaktívnych látok do okolia jadrového zariadenia neprekročí ustanovené limity [II.4].

Vybrané zariadenia

Systémy, konštrukcie, komponenty alebo ich časti, vrátane programového vybavenia, dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti jadrového zariadenia, zaradené do bezpečnostných tried podľa svojho významu pre jadrovú bezpečnosť, ako aj podľa bezpečnostnej funkcie systému ktorého sú súčasťou, a podľa závažnosti ich prípadnej poruchy.

Zariadenie

Jedna, alebo viac častí systému; súčasťou zariadenia je jednotlivo definovateľný (a zvyčajne odstrániteľný) element alebo časť systému.

Zoznam vybraných zariadení

Identifikuje jednotlivé vybrané zariadenia, systémy a podsystémy s uvedením ich bezpečnostnej funkcie a zaradenia do bezpečnostných tried podľa [II.4], Príloha č. 1.

Skladá sa z textovej a grafickej časti, kde sú jednoznačne definované hranice vybraného zariadenia alebo systému a rozhrania medzi triedami.

Pravdepodobnostné kritérium obmedzeného vplyvu

Na bezpečnostné hodnotenie vybraných vnútorných a vonkajších udalostí je aplikovaný pravdepodobnostný prístup a hodnota $1E-07$ pravdepodobnosti vzniku nebezpečenstva vplyvom udalosti je použitá ako Pravdepodobnostné kritérium obmedzeného vplyvu [II.16]. To znamená, že ak je vypočítaná pravdepodobnostná hodnota rizika indukovaného vznikom vnútornej, resp. vonkajšej udalosti menšia ako $1E-07$, potom toto riziko je považované za akceptovateľné a žiadne dodatočné opatrenia na jeho obmedzenie nie sú potrebné.

Požiarnotechnické zariadenia a protipožiarne systémy

Sú hasiace prístroje, stabilné a polostabilné hasiace zariadenia, zariadenia na odvod tepla a splodín horenia, elektrická požiarne signalizácia, zariadenia na hasenie iskier v pneumatických dopravníkoch a požiarne uzávery.

Protipožiarne systémy

Pasívne zariadenia (stavebné konštrukcie a výrobky s požadovanou požiarou odolnosťou) a aktívne systémy požiarnotechnických zariadení.

Ochranné pásmo

Ochranná zóna v bezprostrednej blízkosti jadrových elektrární Mochovce zavedená na základe rozhodnutia Krajského hygienika Západoslovenského kraja (R-IV- 370/79), ktorá je určená na ochranu obyvateľstva počas normálnej prevádzky a v havarijných podmienkach.

5.2 Splnenie projektových požiadaviek, koncepcií, kritérií a cieľov

Kapitola obsahuje stanovisko k súladu projektu JE MO34 so schválenými požiadavkami a kritériami projektu odrážajúce svojou podstatou bezpečnostné ciele prijaté pre JE tak ako sú uvedené v PpBS MO34 kapitola 05.01 Všeobecné ciele, princípy a požiadavky na projekt JE MO34. Sú tu uvedené aj modifikované časti projektu vyplývajúce jednak z podmienok rozšíreného projektu a jednak z analýz a výsledkov tzv. stress testov pre MO34. V kapitole sú uvedené ciele spoľahlivosti, pričom je v nej premietnutý spôsob plnenia zhody príslušných častí projektu MO34 s týmito cieľmi.

Všeobecné bezpečnostné ciele

Požiadavky:

Základným bezpečnostným cieľom projektu MO34 je ochrana ľudí a životného prostredia pred škodlivými účinkami ionizujúceho žiarenia.

Tento základný bezpečnostný cieľ chrániť ľudí - individuálne aj kolektívne - a životné prostredie treba dosiahnuť bez prílišného obmedzovania prevádzky zariadenia alebo činností, ktoré vyvolávajú radiačné riziká. Aby bolo zaistené, že zariadenia sú prevádzkované a činnosti vykonávané za účelom dosiahnutia najvyšších štandardov bezpečnosti, ktoré možno rozumne dosiahnuť, musia byť prijaté nasledovné opatrenia:

- (A) Kontrolovať ožiarenie ľudí a únik rádioaktívneho materiálu do životného prostredia počas prevádzkových stavov;
- (B) Obmedziť pravdepodobnosť udalostí, ktoré by mohli viesť k strate kontroly nad aktívnou zónou jadrového reaktora, nad jadrovou reťazovou reakciou, nad rádioaktívnymi zdrojmi, nad skladoom vyhoreteho paliva, nad rádioaktívnymi odpadmi alebo nad iným zdrojom žiarenia v jadrovej elektrárni;
- (C) Zmierniť následky takýchto udalostí, ak k nim dôjde.

Tieto všeobecné ciele sú pre projekt MO34 definované na základe požiadaviek jadrovej legislatívy platnej v SK [II.3], [II.4], [II.5], [II.7] v súlade s medzinárodne uznávanými cieľmi a cieľmi stanovenými v Základných bezpečnostných princípoch vydaných MAAE [II.34] a v INSAG 12 [II.14].

Všeobecné bezpečnostné ciele uvedené vyššie boli v projekte MO34 špecificky rozšírené o všeobecný bezpečnostný cieľ platný pre scenáre ťažkých havárií nasledovne:

- (D) minimalizovať požiadavky na ochranné opatrenia v okolí JE (t.j. za hranicou ochranného pásma) v prípade výskytu havárie v kategórii ťažká havária, resp. minimalizovanie požiadaviek na havarijné plánovanie.

Plnenie :

Ochrana ľudí - individuálna aj kolektívna - a životného prostredia pred škodlivými účinkami ionizujúceho žiarenia ako základný bezpečnostný cieľ je zabezpečovaná tak, že v projekte MO34 boli prijaté limity radiačného ožiarenia, ktoré sú záväzné ako radiačné ciele projektu MO34 a sú využívané ako kritéria úspešnosti pri hodnotení radiačných následkov na personál a na obyvateľstvo v okolí JE MO34. Záväzné

radiačné ciele pre MO34, ktoré sú podrobnejšie uvedené ďalej (v sekcii 5.2.3.1) boli posúdené a akceptované ÚJD SR [II.47].

Obmedzenie pravdepodobnosti udalostí, ktoré by mohli viesť k strate kontroly nad jadrovým reaktorom - táto požiadavka bola do projektu MO34 premietnutá prijatím záväzných pravdepodobnostných cieľov projektu. Záväzné pravdepodobnostné hodnoty parametrov CDF a LER MO34 boli prijaté na úrovni požiadaviek obsiahnutých v dokumente MAAE INSAG-12 pre nové jadrové elektrárne. Tieto záväzné pravdepodobnostné ciele projektu boli predložené, posúdené a schválené ÚJD SR [II.47].

Zmiernenie následkov udalostí ťažkých havárií a minimalizácia požiadaviek na ochranné opatrenia v okolí JE - v projekte MO34 sú zahrnuté prostriedky pre riadenie ťažkých havárií, ktoré sú určené na zmiernenie únikov rádioaktívnych produktov do okolitého prostredia v priebehu ťažkej havárie tak, že na ochranu obyvateľstva v okolí JE nie je potrebné zavádzať rozsiahle ochranné opatrenia.

5.2.1 Riešenie jadrovej bezpečnosti, bezpečnostné funkcie a charakteristiky

Jadrová bezpečnosť v projekte je riešená systematickým prístupom k určeniu systémov, konštrukcií a komponentov, ktoré sú dôležité z pohľadu jadrovej bezpečnosti a ich zaradenie do bezpečnostných tried podľa významnosti bezpečnostnej funkcie, ktorú plnia.

Kategorizácia zariadení dôležitých z hľadiska JB pre MO34 bola vykonaná na nasledovných základoch:

- definovanie základných bezpečnostných funkcií a súboru špecifických (odvodených) bezpečnostných funkcií potrebných na zabránenie vzniku havarijných podmienok a na zmiernenie dôsledkov havarijných podmienok uvažovaných v projekte,
- identifikácia systémov, konštrukcií a komponentov potrebných pre plnenie jednotlivých bezpečnostných funkcií,
- zaradenie každej jednotlivej položky systému, konštrukcií a komponentov do bezpečnostných tried, vo všeobecnosti podľa najvyššej úrovne bezpečnostnej funkcie, ktorú musí zariadenie vykonať.

Bezpečnostná kategorizácia systémov, konštrukcií a komponentov v projekte MO34 bola vykonaná v zmysle požiadaviek Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.40] (nahradzuje ju Vyhl. ÚJD SR č. 430/2011 Z.z.

Súčasťou zabezpečenia jadrovej bezpečnosti je aj seizmická kategorizácia systémov, zariadení a komponentov, ktorá bola vykonaná podľa princípov seizmickej kategorizácie uvedených v kapitole 05.01.01.02 PpBS MO34.

Detailnejší odpočet plnenia požiadaviek na bezpečnostné funkcie v projekte MO34 je uvedený v nasledujúcich podkapitolách.

5.2.1.1 Bezpečnostné funkcie

Požiadavka :

Projekt jadrového zariadenia na zaistenie bezpečnosti počas spúšťania, normálnej prevádzky, udalostí podľa § 2 písm. q) a s) Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.4], abnormálnej prevádzky, projektových havárií a v primeranej miere aj počas vybraných nadprojektových havárií spĺňa tieto základné bezpečnostné funkcie [II.4], Príloha č.3:

- a) regulácia reaktivity,

- b) odvod tepla,
- c) zadržanie rádioaktívnych látok vo vnútri fyzických bariér,
- d) regulácia a obmedzenie množstva a druhu rádioaktívnych látok uvoľnených do životného prostredia.

Plnenie:

Detailné rozčlenenie základných bezpečnostných funkcií do súboru špecifických (odvođených) bezpečnostných funkcií je uvedené vo Vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. Príloha č.1 [II.4]. Tieto špecifické bezpečnostné funkcie zahŕňajú všetky funkcie, ktoré sú potrebné na predchádzanie vzniku havarijných podmienok a na zmiernenie dôsledkov havarijných podmienok uvažovaných v projekte.

Systémy dôležité pre bezpečnosť boli zatriedené do bezpečnostných tried podľa špecifických bezpečnostných funkcií v súlade s vyhláškou 430/2011 citovanou vyššie. Špecifické bezpečnostné funkcie spolu s jednotlivými systémami dôležitými pre bezpečnosť, ktoré ich plnia sú uvedené v dokumente PpBS kapitola 05.03.

Plnenie základných bezpečnostných funkcií pre všetky inicializačné udalosti uvažované v projekte MO34 je vyhodnotené v kap. 07.02.01 a v kap. 07.02.03 PpBS.

Plnenie základných bezpečnostných funkcií v zariadení na skladovanie VJP je uvedené v príslušnej časti kap. 06.10.1.,2.,3.,4.

Pozn.: Plnenie špecifických bezpečnostných funkcií jednotlivými systémami dôležitými z hľadiska JB je uvedené v kapitole PpBS 05.03 - Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried a spôsob plnenia uvádzajú jednotlivé kapitoly 06 - Opis systémov JE a ich porovnanie s projektom.

5.2.1.1.1 Zaradenie systémov, konštrukcií a komponentov do bezpečnostných tried

Požiadavka :

Vybrané zariadenia (systémy, konštrukcie a komponenty) sú kategorizované do bezpečnostných tried jedna až štyri (BT I až BT IV). Pri kategorizácii vybraných zariadení sa uplatňuje odstupňovaný prístup tak, že zariadenia sú zaraďované do bezpečnostnej triedy podľa dôležitosti bezpečnostnej funkcie, ktorú vykonávajú. V nadväznosti na zatriedenie do bezpečnostných tried sú pre vybrané zariadenia odstupňované aj nároky na spoľahlivosť, kvalifikáciu, zabezpečovanie kvality, početnosť a rozsah kontrol a na s tým súvisiacu dokumentáciu.

Plnenie:

Zaradenie systémov, konštrukcií a komponentov dôležitých pre bezpečnosť do bezpečnostných tried je uvedené v dokumente PpBS MO34 - kapitola 05.03 Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried. Zatriedovanie systémov dôležitých pre bezpečnosť do bezpečnostných tried je v súlade so Zákonom č.541/2004 Z.z. v znení zákona č. 350/2011 Z.z., [II.3] a kritérií pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried (definovaných v Prílohe č.1 Vyhlášky ÚJD SR č.50/2006 Z.z.[II.40], resp. Vyhl. ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.4]).

Konkrétne zoznamy vybraných zariadení a príslušná výkresová dokumentácia sú uvedené v dokumentoch:

- Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť.
- Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - grafická časť.
- Zoznam vybraných zariadení pre 4. blok MO34 - textová časť.
- Zoznam vybraných zariadení pre 4. blok MO34 - grafická časť.

5.2.1.2 Zatried'ovanie zariadení MO34 do seizmických kategórií

Požiadavka:

Pri zatriedení zariadení do seizmických kategórií sa vychádzalo z požiadaviek na činnosti počas a po seizmickej udalosti, ktorými je potrebné zabezpečiť:

- odstavenie reaktora
- zabezpečenie udržania reaktora v podkritickom stave
- odvod zostatkového tepla z aktívnej zóny a I.O.
- dovedenie bloku do bezpečného stavu a dlhodobé udržanie v bezpečnom stave
- odvod zvyškového tepla z bazénu skladovania vyhoreného paliva
- obmedzenie únikov RA látok do okolia na minimum, avšak zásadne pod povolené limity

Plnenie :

Kategorizácia zariadení do seizmických kategórií bola vykonaná v súlade s bezpečnostnými kritériami a požiadavkami počas a po seizmickej udalosti na základe výberu nutných bezpečnostných funkcií, výberu systémov a zariadení potrebných pre zabezpečenie jadrovej bezpečnosti pri a po seizmickej udalosti po dobu min. 72 hodín.

Stavebné konštrukcie, technologické komponenty a zariadenia bezpečnostných systémov na 3. a 4. bloku MO34 sú zaradené do seizmických kategórií 1a, 1b, 2a, 2b v zmysle kritérií uvedených v projekte.

Seizmická kategorizácie jednotlivých zariadení je súčasťou dokumentu Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku a dokumentu Zoznam vybraných zariadení pre 4. blok MO34 - textová časť. V tabuľkovej forme je uvedená bezpečnostná a seizmická kategorizácia jednotlivých systémov a zariadení.

5.2.1.3 Kvalifikácia zariadení

Požiadavka:

Kvalifikačné požiadavky pre zariadenia alebo komponenty sú dané environmentálnymi podmienkami v mieste ich inštalácie na MO34. V prípade viacerých lokalít umiestnenia zariadenia na MO34 sú použité požiadavky dané miestom s najhoršími podmienkami prostredia a prevádzky. Súbor kvalifikačných požiadaviek je definovaný nasledovne:

- a) odolnosť voči normálnym podmienkam prostredia (teplota, tlak, vlhkosť, radiácia, chemické vplyvy),
- b) odolnosť voči havarijným podmienkam prostredia,
- c) odolnosť voči seizmickým účinkom,
- d) odolnosť na vibrácie
- e) kvalifikácia na EMC.

Plnenie:

Kvalifikácia zariadení je komplex činností administratívnych, technických a hodnotiacich v rámci jej prípravy, realizácie, vyhodnotenia a dokumentovania. Proces kvalifikácie a udržiavanie kvalifikácie zariadení je trvalou úlohou počas životnosti JE.

Kvalifikácia zariadení v projekte MO34 je vykonávaná podľa metodiky pre komplexnú kvalifikáciu na environmentálne podmienky a na EMC, ktorá sa ďalej odvoláva na metodiku pre seizmickú kvalifikáciu. Špecifické použitie kvalifikačných metodík ďalej upravuje Vyhláška UJD SR č. 431/2011, ktorá obsahuje požiadavky na kvalifikáciu zariadení, ktoré sú odstupňované podľa zatriedenia zariadenie do bezpečnostných tried.

Popis a hodnotenie kvalifikácie zariadení dôležitých pre bezpečnosť v projekte MO34 sú uvedené v PpBS MO34, kapitola 05.05 Kvalifikácia zariadení a environmentálne faktory, z ktorého vyplýva nasledovné hodnotenie stavu kvalifikácie zariadení v projekte MO34:

ad a) Kvalifikácia na podmienky normálneho prostredia

Parametre podmienok normálneho prostredia (zahŕňajú teplotu, tlak, vlhkosť, úroveň ionizujúceho žiarenia a prípadne chemická vplyvy v mieste inštalácie kvalifikovaného zariadenia) pre jednotlivé miestnosti JE MO34 sú definované v projekte. Dokument obsahuje hodnoty parametrov prostredia pre normálne podmienky prevádzky MO34 a pre havarijné podmienky prostredia.

ad b) Kvalifikácia na havarijné podmienky

- Kvalifikácia na podmienky projektových havárií MO34

Parametre prostredia (teplota, tlak, vlhkosť, ionizujúce žiarenie, zatopenie) pre kvalifikáciu zariadení MO34 počas havarijných podmienok boli získané výpočtovou analýzou postulovaných projektových havárií (LOCA a HELB) a boli vo forme obalových kriviek upravené tak, aby boli použiteľné pre kvalifikáciu.

Parametre prostredia pre jednotlivé miestnosti JE MO34 počas havarijných podmienok (teplota, tlak, vlhkosť, úroveň ionizujúceho žiarenia a prípadne chemické vplyvy v mieste inštalácie kvalifikovaného zariadenia) sú taktiež definované v projekte.

- Schopnosť zariadenia vykonávať požadovanú funkciu počas ťažkých havárií

Podmienky prostredia počas ťažkej havárie uvažovanej v projekte MO34 boli stanovené výpočtovými analýzami a sú definované v dodatkoch ÚP. Zoznam zariadení potrebných pre riadenie ťažkej havárie ako aj fáza v scenári ťažkej havárie, ktorej má špecifické zariadenie vykonávať svoju činnosť sú uvedené v samostatnom dokumente.

Ad c) Kvalifikácia na odolnosť voči seizmickým účinkom

Spôsob overenia seizmickej spôsobilosti vybraných zariadení v projekte MO34 detailne špecifikujú dokumenty:

- Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok,
- Metodika na vypracovanie a aktualizáciu preukaznej dokumentácie technologického zariadenia pre MO34,

ktoré zohľadňujú požiadavky noriem platných pre seizmickú kvalifikáciu - STN IEC 60980 [II.31], ASME QME-1-2007.

ad d) Kvalifikácia na vibrácie

Požiadavka na kvalifikáciu zariadení a komponentov na vibračnú odolnosť je stanovená v dokumente Metodika pre zaistenie komplexnej kvalifikácie konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok,

Parametre na kvalifikáciu zariadení a komponentov na vibrácie sú definované v dokumente „Charakteristika prostredia“.

ad e) Kvalifikácia na EMC

Požiadavky na kvalifikáciu zariadení v projekte MO34 na EMC sú definované v dokumente EMC Koncept. V tomto dokumente sú dotknuté zariadenia v projekte MO34 zatriedené do 3 skupín (BS, SVB a SNB) a pre každú skupinu je špecifikovaný rozsah testov so zodpovedajúcimi kritériami prijateľnosti pre prípad EM imunity a pre prípad EM emisie.

Kvalifikácia vybraných zariadení v projekte MO34 je dokumentovaná v elektronickej databáze Kvalifikácia zariadení a komponentov JE Mochovce MO34. Elektronická databáza okrem údajov o výsledkoch kvalifikácie obsahuje aj údaje o podmienkach prostredia, na ktoré bolo požadované preukázať odolnosť zariadenia.

Do databázy boli zahrnuté aj komponenty, ktoré neboli zatriedené do bezpečnostných tried avšak boli seizmicky kategorizované vzhľadom na ich požadovanú odolnosť pri seizmickej udalosti.

5.2.2 Ochrana do hĺbkyPožiadavka:

Jadrová bezpečnosť jadrového zariadenia je v projekte MO34 zaistená prostredníctvom ochrany do hĺbky založenej na použití viacnásobných fyzických bariér brániacich šíreniu ionizujúceho žiarenia a rádionuklidov do životného prostredia a pracovného prostredia a opakovaným použitím systému technických a organizačných opatrení slúžiacich k ochrane a zachovaniu fyzických bariér a tiež k ochrane zamestnancov a ďalších osôb, obyvateľstva a životného prostredia [II.4], [II.14], [II.41].

Plnenie:

V projekte MO34 použitý princíp ochrany do hĺbky pozostáva z piatich úrovní ochrany do hĺbky a štyroch fyzických bariér.

Plnenie projektových požiadaviek na zariadenia určené pre zabezpečenie ochrany do hĺbky je uvedené v PpBS kapitola 06 Opis systémov JE a ich porovnanie s projektom, kapitola 11 Zabezpečenie radiačnej

ochrany, kapitola 11.05 Program radiačnej ochrany, kapitola 12 Havarijná pripravenosť a kapitola 13 Vplyv JE MO34 na životné prostredie.

Pri nefunkčnosti alebo nedostatočnej funkčnosti niektorej z fyzických bariér a/aj úrovni ochrany je prevádzka JZ obmedzená resp. odstavená podľa LaP.

5.2.2.1 Úrovne ochrany

Požiadavka:

Filozofia bezpečnosti je zameraná na prevenciu havárií a na zmiernovanie následkov havárií, pri ktorých by mohlo dôjsť k väčším únikom. Cieľom je:

- znížiť pravdepodobnosť vzniku udalostí,
- zmierniť s nimi súvisiace následky v priestoroch mimo elektrárne,
- predísť potrebe prijímania rozsiahlych protipatrení a
- zodpovedným orgánom umožniť zjednodušenie havarijného plánovania mimo elektrární.

Aplikácia koncepcie ochrany do hĺbky v projekte elektrárne zabezpečí niekoľko úrovní ochrany, ktoré sú zamerané na predchádzanie haváriám a zabezpečenie dostatočnej ochrany v prípade ak prevencia zlyhá.

Plnenie :

Princíp ochrany do hĺbky použitý v projekte MO34 pozostáva z nasledovných piatich úrovní ochrany do hĺbky:

Prvá úroveň ochrany

Cieľom prvej úrovne ochrany je predchádzať odchýlkam od normálnej prevádzky a predchádzať systémovým poruchám. Naplnenie cieľa je zamerané na rozumne konzervatívne predpoklady pri projektovaní a počas prevádzky na udržiavanie stavu zariadení v súlade s požiadavkami na kvalitu a v súlade s dobrou technickou praxou.

Pri plnení tohto cieľa bola venovaná veľká pozornosť:

- výberu predpisov a materiálov pre projektovanie,
- zabezpečeniu programov kvality pri výrobe komponentov,
- programom kvality uplatňovaným pri výstavbe, pri predprevádzkových kontrolách, počas spúšťania, pri prevádzkových kontrolách, skúškach a údržbe,
- uplatneniu spätnej väzby z prevádzkových skúseností, najmä skúseností z reaktorov typu VVER440/V213.

Pozn.: Vyhláška ÚJD SR č. 431/2011 ustanovuje požiadavky na kvalitu vybraných zariadení ako aj povinnosť dokladovať splnenie požiadaviek na kvalitu vybraných zariadení v sprievodnej technickej dokumentácii.

Druhá úroveň ochrany

Ciele druhej úrovne ochrany boli zamerané na rozpoznanie a na riadenie odchýlok od normálnych prevádzkových stavov tak, aby sa predišlo vystupňovaniu očakávaných prevádzkových udalostí

do havarijných podmienok. Na prevenciu takýchto prevádzkových udalostí, alebo na minimalizáciu ich následkov s cieľom obnoviť bezpečný stav zariadenia boli v projekte MO34 na druhej úrovni ochrany do hĺbky zabezpečené zariadenia vykonávajúce špecifické riadiace a limitačné funkcie a bolo zabezpečené aj vypracovanie súvisiacich prevádzkových predpisov.

Tretia úroveň ochrany

Tretiu úroveň ochrany je v projekte MO34 tvorená prostriedkami na zvládnutie projektových havárií. Projektové havárie predstavujú niektoré udalosti (v projekte MO34 presne definované), u ktorých sa predpokladá, že neboli zvládnuté na predchádzajúcej úrovni ochrany. V projekte MO34 boli zabezpečené prostriedky (bezpečnostné systémy a predpisy pre riadenie havárií), ktoré umožnia predchádzať poškodeniu aktívnej zóny, zabrániť únikom rádioaktivity nad dovolený limit do vonkajšieho prostredia a uviesť zariadenie bloku do bezpečného stavu.

Na tretej úrovni ochrany do hĺbky sú v projekte MO34 rozlíšené dve podskupiny :

- (a) systémy zaručené, na základe ktorých je v analýzach bezpečnosti preukazovaná bezpečnosť projektu MO34 - viď PpBS kap 07.02.01.01- Bezpečnostné a riadiace systémy;
- (b) ďalšie systémy dôležité pre bezpečnosť – určené pre prevenciu tavenia zóny v dôsledku viacnásobných porúch, alebo pre činnosti v dlhej dobe po projektových haváriách – viď napríklad odporúčenia v INSAG 12 [II.14] a SSR-2/1 [II.41] a taktiež aj Dodatok D0048 - zmena ÚP po stress-testoch.

Štvrtá úroveň ochrany

Cieľom štvrtej úrovne ochrany je zmierniť následky havárií, ktoré sú dôsledkom zlyhania na tretej úrovni ochrany do hĺbky. Štvrtá úroveň ochrany v projekte MO34 zahŕňa zariadenia určené na riadenie havárií a ťažkých havárií a je zameraná na zachovanie integrity kontajneru. Najdôležitejšou úlohou na tejto úrovni ochrany je zadržiavanie a zmierňovanie únikov rádioaktívnych materiálov do vonkajšieho prostredia.

Piata úroveň ochrany

Cieľom piatej úrovne ochrany je zmierňovanie rádiologických následkov na obyvateľstvo v dôsledku významných únikov rádioaktívnych materiálov, ktoré môžu vzniknúť v priebehu havarijných podmienok. Opatrenia na tejto úrovni predstavujú havarijné plány a primerane vybavené havarijné riadiace stredisko.

Systémy dôležité pre bezpečnosť sú obsiahnuté v projekte MO34 pre zabezpečenie ochrany do hĺbky od úrovne 1 až 4; uvedené v Tab. 5.2-1 a rozdelené na nasledovné skupiny:

- Fyzické bariéry
- Systémy pre riadenie havárií na 3. úrovni ochrany do hĺbky

Zaručené systémy pri bezpečnostných analýzach projektových havárií

- Ochranné bezpečnostné systémy
- Výkonné bezpečnostné systémy

- Podporné bezpečnostné systémy

Dalšie zariadenia dôležité pre bezpečnosť

- Systémy dôležité pre určené pre činnosti na 3. úrovni ochrany do hĺbky
- Systémy so vzťahom k bezpečnosti - určené pre riadenie havárií na 4. úrovni ochrany do hĺbky
- Systémy so vzťahom k bezpečnosti - určené pre činnosti na 1. a 2. úrovni ochrany do hĺbky
 - Prevádzkové ochranné a riadiace systémy so vzťahom k bezpečnosti
 - Prevádzkové výkonné systémy so vzťahom k bezpečnosti
 - Prevádzkové podporné systémy so vzťahom k bezpečnosti

Konzervatívnosť prístupu ochrany do hĺbky projektu MO34 k jadrovej bezpečnosti je riešená nasledovne:

- na prvú až piatu úroveň ochrany do hĺbky sú použité zariadenia, kde kvalita je preukázaná PLKVZ. Uvedené zariadenia sú pre výkon svojej bezpečnostnej funkcie kvalifikované z hľadiska možných vplyvov na ich degradáciu (týka sa pre VZ zatriedené do BT I až III)
- na prvej úrovni ochrany do hĺbky je konzervatizmus plnený hlavne udržiavaním a kontrolou stavu zariadení v súlade s požiadavkami na kvalitu a v súlade s dobrou technickou praxou, dodržiavaním príslušných prevádzkových predpisov, ktoré sú pravidelne kontrolované, overované, obsahujú príslušné postupy pre bezpečnosť a je využívaná aj spätná väzba.
- na druhej úrovni je konzervatizmus zabezpečený spoľahlivosťou projektu systémov (napr. redundantné systémy RCS, RLS) a dodržiavaním bezpečnej prevádzky jadrového zariadenia najmä predpisu Limity a podmienky) a dozorom.
- na tretej úrovni ochrany do hĺbky je konzervatizmus zabezpečený plnením bezpečnostných funkcií pomocou bezpečnostných systémov, pre ktoré sú požadované vysoké nároky na spoľahlivosť, takže ich funkčnosť pri výzve k činnosti sa v projekte (ako aj pri analýzach havárií) považuje ako zabezpečená. Pre dosiahnutie spoľahlivosti sú tieto systémy projektované ako redundantné, redundancie sú funkčne nezávislé, fyzicky oddelené a odolné voči jednoduchšej poruche a poruche so spoločnou príčinou. Zároveň tretia úroveň je riadená pomocou validovaných a verifikovaných predpisov pre havarijné stavy.
- na štvrtej a piatej úrovni ochrany sú zariadenia, ktoré sú nezávislé na zariadeniach určených pre riadenie havárií v 3. úrovni ochrany do hĺbky. To zaisťuje efektívnu nezávislosť rôznych úrovní ochrany do hĺbky. Proces zmierňovania havárií je riadený pomocou predpisov SAMG, ktoré sú verifikované a validované. Reakcia na ťažké havárie mimo lokality je riadená podľa vonkajších havarijných plánov.

Konzervatizmus výpočtových analýz bezpečnosti použitých pre jednotlivé úrovne ochrany do hĺbky je zabezpečený voľbou vstupných údajov, okrajových a počiatočných podmienok, rešpektovaním možných nepresností v nastavení parametrov a prijímaním dodatočných obmedzujúcich predpokladov. Konzervatizmu pri ochrane do hĺbky prispievajú aj činnosti spojené s monitorovaním a preverovaním funkčnosti, životnosti, programy riadeného starnutia, prípadne analýzy TLAA pre zariadenia, ktoré majú vplyv na bezpečnosť bloku.

Opis prostriedkov pre plnenie bezpečnostných funkcií vrátane požiadaviek na PLKVZ všetkých zariadení zaradených na všetkých úrovniach ochrany, ktoré sú dôležité z hľadiska JB je uvedený v kap. 06.05.

5.2.2.2 Fyzická ochrana v koncepte ochrany do hĺbky

Požiadavka:

Dôležitým aspektom ochrany do hĺbky v projekte MO34 je zabezpečenie série fyzických bariér na zadržanie úniku produktov vznikajúcich zo štiepnej reakcie z paliva do pracovného a životného prostredia.

Plnenie:

V projekte MO34 sú zahrnuté štyri fyzické bariéry (ktoré sú typické pre tlakovodné reaktory):

- prvá bariéra - palivová matrica, ktorá tvorí samotnú fyzickú bariéru pre únik štiepných produktov z palivového materiálu,
- druhá bariéra - pokrytie paliva. Pokrytie paliva je tvorené trubkami zo zliatiny Zr-Nb, do ktorých sú vložené palivové tabletky. Materiál pokrytia je dostatočne odolný voči termomechanickým, chemickým a radiačným účinkom prostredia v aktívnej zóne počas normálnej a abnormálnej prevádzky ako aj počas projektových havárií. Povolená netesnosť tejto bariéry je definovaná v projekte osobitne pre prevádzkové podmienky a osobitne pre podmienky počas projektových havárií.
- tretia bariéra - tlaková hranica primárneho chladiaceho okruhu reaktora.
- štvrtá bariéra - ochranná obálka (kontajment).

Prvá a druhá bariéra je projektovaná na dobu niekoľkých rokov, podľa maximálneho vyhorenia paliva.

Tretia a štvrtá bariéra je projektovaná na dobu projektovej životnosti elektrárne (s uvažovaním ustálených ako aj prechodových stavov, ktoré sa vyskytnú počas normálnej a abnormálnej prevádzky).

Tretia a štvrtá bariéra sú naprojektované tak, aby sa:

- integrita obidvoch zachovala počas normálnej a abnormálnej prevádzky,
- v havarijných stavoch zachovala aspoň integrita štvrtej fyzickej bariéry.

Pozn.: Za porušenie tesnosti bariér sa nepovažujú stavy, kedy bývajú niektoré bariéry plánovo roztesnené (otvorenie primárneho okruhu za účelom výmeny paliva - v tom prípade ako bariéra slúži naplnený bazén výmeny paliva).

Spôľahlivosť každej z fyzických bariér je zabezpečená konzervatívnosťou jej projektu a ďalej skúškami počas spúšťania a prevádzky zameranými na sledovanie aktuálneho stavu integrity bariér.

Integrita 2. fyzickej bariéry sa overuje analýzami obsahu rádioaktívnych štiepných produktov v chladiacej primárnej okruhu, pretože počas vyhorenia paliva sa v medzere medzi palivom a pokrytím zhromažďujú plynné rádioaktívne štiepne produkty, ktorých únik do chladiča v prípade možného poškodenia pokrytia je možné spoľahlivo zistiť.

Tesnosť tretej bariéry sa zisťuje viacerými diagnostickými systémami (založenými na meraní zvukových efektov, meraní prítomnosti pary alebo rádioaktivity v technologických priestoroch, kde je dispozične umiestnené zariadenie primárneho okruhu, resp. založenými na meraní rádioaktivity vo vode na sekundárnej strane PG).

Tesnosť štvrtej bariéry sa kontroluje skúškami (pevnostnou a tesnostnou skúškou pred uvedením do prevádzky a periodickými skúškami počas prevádzky).

Pre zaistenie jadrovej bezpečnosti je princíp ochrany do hĺbky v projekte MO34 využívaný na ochranu fyzických bariér nasledovne:

- (1) na ochranu a zachovanie odolnosti prvých troch fyzických bariér sú postupne použité technické a organizačné opatrenia na prvej, druhej a napokon na tretej úrovni ochrany do hĺbky,
- (2) na ochranu a zachovanie odolnosti štvrtej fyzickej bariéry sú použité technické a organizačné opatrenia na štvrtej úrovni ochrany do hĺbky.

Preukázanie dostatočnosti tohto súboru bariér pre bezpečnosť je súčasťou bezpečnostnej analýzy - kapitola 07 PpBS MO34 Analýzy bezpečnosti a Príloha PpBS – Odozva JE na následky ťažkých havárií.

5.2.3 Radičná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy

5.2.3.1 Radičné ciele pre projekt stavby MO34

Požiadavka:

Radiačné ciele projektu stavby MO34 pre minimalizovanie rádiologického vplyvu na životné prostredie, obyvateľstvo a pracovníkov elektrárne sú dané v Požiadavkách na kvalitu jadrového zariadenia MO34 vo forme dávkových limitov [II.7].

Pre normálnu a abnormálnu prevádzku sa ciele zaisťujú zhodujú so záväznými dávkovými limitmi pre pracovníkov a obyvateľov stanovenými v slovenských zákonoch a predpisoch [II.7] resp. aj v rozhodnutiach regulačného orgánu o zodpovedného za radiačnú ochranu (Úrad verejného zdravotníctva SR).

Pre projektové havárie a havárie v podmienkach rozšíreného projektu MO34 sú kvantitatívne bezpečnostné ciele radiačnej ochrany v projekte MO34 stanovené ako dávkové radiačné limity radiačnej ochrany pre obyvateľstvo a boli odvodené v súlade s postupom uvedeným v EUR [II.15] (kap. 2.1.2.4, 2.1.2.5.1, 2.2B-2 a kap. 2.1B-1) tak, aby v okolí JE nebolo potrebné zavádzať rozsiahle ochranné opatrenia.

Pre podrobnosti viď kapitolu 05.01 tejto PpBS.

Plnenie:

Limitné radiačné dávky pre obslužný personál stanovené ako radiačné ciele projektu stavby MO34 zaisťujú zhodu so záväznými dávkovými limitmi pre pracovníkov JE stanovenými Zákom č. 87/2018 Z.z. [II.7].

Limitné radiačné dávky pre obyvateľstvo v okolí MO34 (za hranicami ochranného pásma) stanovené ako radiačné ciele projektu stavby MO34 pre normálnu a abnormálnu prevádzku sú v zhode s tzv. autorizovanými limitmi pre obyvateľstvo jadrového zariadenia, ktoré boli ustanovené rozhodnutím regulačného orgánu zodpovedného za radiačnú bezpečnosť v SR (t.j. Úrad verejného zdravotníctva SR).

Limitné radiačné dávky pre obyvateľstvo v okolí MO34 (za hranicami ochranného pásma) stanovené ako radiačné ciele projektu stavby MO34 pre projektové havárie boli pre projekt MO34 stanovené prísnejšie ako sú autorizované limity ožiarenia platné na Slovensku. Kritériá prijateľnosti radiačných následkov pre obyvateľstvo v prípade výskytu udalostí v kategóriách DBC-3a a DBC-3b boli odvodené od limitov ožiarenia obyvateľstva zavedených v EUR 2001 [II.15].

Limitné radiačné dávky pre obyvateľstvo v okolí MO34 (za hranicami ochranného pásma) stanovené ako radiačné ciele projektu stavby MO34 pre vybrané ťažké havárie boli stanovené s prihliadnutím na

postup uplatnený v EUR 2001 tak, aby na ochranu obyvateľstva v okolí JE nebolo potrebné zavádzať rozsiahle ochranné opatrenia, t.j. aby boli potrebné iba časovo ohraničené ochranné opatrenia a v obmedzenej oblasti (bez trvalého presídlenia, bez potreby havarijnej evakuácie za hranicami ochranného pásma elektrárne, iba ohraničené ukrytie). Limitné dávky zavedené týmto spôsobom spĺňajú aj požiadavky pre ťažké havárie špecifikované v Zákone. 87/2018 Z.z. [II.7].

V tabuľke č. 5.2-2 sú uvedené limitné hodnoty efektívnych dávok ožiarenia obyvateľov za hranicou ochranného pásma, ktoré sú stanovené ako kritéria prijateľnosti pre analýzy radiačných následkov v PpBS MO34.

Limitné radiačné dávky pre obyvateľstvo v okolí MO34 pre havarijné podmienky, ktoré sú využívané ako kritéria prijateľnosti pri analýze radiačných následkov udalostí na JE MO34 sú podrobnejšie popísané v PpBS - Kapitola 11.01 Aplikácia princípu ALARA.

Výsledky analýz rádiologických následkov pre obyvateľstvo od normálnej a abnormálnej prevádzky sú hodnotené v kapitole 07.01 „Bezpečnosť normálnej prevádzky“.

Výsledky analýz rádiologických následkov pre obálkové projektové havárie (v kategóriách DBC-3a a DBC-3b) sú hodnotené v kapitole 07.02.01.12 „Analýza radiačných následkov obálkových projektových havárií“.

Výsledky analýz únikov rádioaktivity zo systémov a komponentov (projektových havárií s nízkou frekvenciou výskytu) a radiačné následky havárií tejto kategórie sú hodnotené v kapitole 07.02.01.13 „Úniky rádioaktivity z podsystémov alebo komponentov“.

Výsledky analýz rádiologických následkov na obyvateľstvo od obálkovej udalosti z kategórie vybraných nadprojektových havárií sú hodnotené v kapitole 07.02.01.15 „Vybrané nadprojektové havárie“.

Výsledky analýz rádiologických následkov na obyvateľstvo od ťažkých havárií sú hodnotené v Prílohe PpBS „Odozva JE na následky ťažkých havárií“.

5.2.3.2 Ventilačné a filtračné systémy

Požiadavka :

Vzduchotechnické systémy sú navrhnuté tak, aby vyhovovali požiadavkám na určenú prevádzku a aby umožňovali bezproblémovú a bezpečnú údržbu, opravy a skúšky.

Základnými požiadavkami na koncepciu riešenia vzduchotechnických systémov dôležitých pre bezpečnosť sú:

- zadržanie RAL vo vnútri fyzických bariér,
- regulácia a obmedzenie množstva RAL, uvoľnených do ŽP,
- zabezpečenie vhodných podmienok v určených priestoroch (udržiavanie tlaku, teploty a vlhkosti vzduchu v prevádzkových priestoroch na projektových hodnotách a limitovanie množstva RAL v atmosfére prevádzkových priestorov),
- udržanie podtlaku prostredia HZ voči okoliu,
- zmierňovanie tepelnej záťaže HZ cirkulačnými vzduchotechnickými systémami,
- riadenie uvoľňovania vzduchu zo vzduchotechnických systémov do ŽP,

- filtrácia vzduchu odťahovaného z aktívnych priestorov pred uvoľnením do ŽP,
- pomáhať likvidovať následky havárií technologických zariadení, zabezpečenie odvodu tepla od bezpečnostných systémov.

Plnenie:

Popis a hodnotenie VZT zariadení a ich nadväznosť na ostatné systémy sú uvedené v PpBS MO34 kapitola 06.07.03 Vzduchotechnické systémy a kapitola 06.04.04 Systémy na odvod, odstraňovanie a riadenie koncentrácie rádioaktívnych látok. Stručné plnenie základných požiadaviek na VZT systémy na základe hodnotenia vykonaného vo vyššie citovaných kapitolách PpBS je nasledovné:

Zadržanie RAL vo vnútri fyzických bariér.

- táto požiadavka je plnená udrжанím smeru prúdenia vzduchu v prevádzkových priestoroch - smer prúdenia vzduchu je vždy usmernený z prostredia s nižšou rádioaktivitou do priestorov s vyššou aktivitou, kde je obmedzený styk s obsluhou.

Regulácia a obmedzenie množstva RAL, uvoľnených do ŽP

- požiadavka je dosiahnutá viacstupňovou veľmi vysokou účinnosťou filtrácie

Zabezpečenie vhodných podmienok v určených priestoroch (udržovanie tlaku, teploty a vlhkosti vzduchu v prevádzkových priestoroch na projektových hodnotách a limitovanie množstva RAL v atmosfére prevádzkových priestorov)

- VZT sú navrhnuté s dostatočnou rezervou pre splnenie jednak podmienok pre obsluhu a jednak pre podmienky práce zariadení umiestnených vo vnútri JE, vrátane extrémnych meteorologických podmienok - viď nižšie, kap. 5.2.4.4.2.

Udržanie podtlaku prostredia HZ voči okoliu

- určené VZT systémy sú navrhnuté tak, aby zabezpečili v HZ podtlak 200 Pa oproti atmosfére. Tým je zabezpečené, že RAL v atmosfére kontajmentu sú počas prevádzky zadržané vo vnútri kontrolovaných priestorov.

Zmierňovanie tepelnej záťaže HZ cirkulačnými vzduchotechnickými systémami

- VZT systémy v kategórii „Prevádzkové podporné systémy so vzťahom k bezpečnosti“ sú určené na odvod tepla zo stavebných konštrukcií a zariadení umiestnených v HZ.

Riadenie uvoľňovania vzduchu zo vzduchotechnických systémov do ŽP

- VZT systémy majú kontrolované parametre z pohľadu riadenia uvoľňovania vzduchu do ŽP. Sú kontrolované hlavne: prietok vzduchu filtračným zariadením, tlaková strata na filtre, objemová aktivita na vstupe a výstupe z filtračného zariadenia.

Filtrácia vzduchu odťahovaného z aktívnych priestorov pred uvoľnením do ŽP

- VZT systémy odvádzajúce vzduch z aktívnych priestorov do ŽP sú vybavené filtermi typu HEPA a/alebo uhlíkovými filtermi - podľa projektového riešenia jednotlivých systémov.

Podpora pri likvidácii následkov havárií technologických zariadení, zabezpečenie odvodu tepla od bezpečnostných systémov.

- VZT systémy určené v projekte MO34 pre likvidovanie následkov projektových havárií sú kategorizované ako „Podporné bezpečnostné systémy“ a sú vyprojektované s rovnakými nárokmi na spoľahlivosť aká je požadovaná pre kategóriu bezpečnostných systémov.
- VZT systémy určené v projekte MO34 pre podporu pri zmierňovaní a likvidovaní následkov ťažkých havárií uvažovaných v projekte MO34 sú kategorizované ako systémy so vzťahom k bezpečnosti - a sú vyprojektované s nárokmi na spoľahlivosť požadovanú pre riadenie havárií na 4. úrovni ochrany do hĺbky.

VZT systémy dôležité pre jadrovú bezpečnosť sú zatriedené do BT III a v nadväznosti na ich zatriedenie do bezpečnostnej triedy boli ustanovené aj požiadavky na ich funkčné schopnosti, požiadavky na kvalifikáciu (odolnosť voči environmentálnym parametrom prostredia počas prevádzkových stavov a počas havarijných situácií, seizmická odolnosť, kvalifikácia na požadovanú životnosť), požiadavky na funkčné skúšky v priebehu prevádzky a požiadavky na zaistené el. napájanie.

VZT systémy a komponenty dôležité pre bezpečnosť majú platné plány kvality podľa vyhl. ÚJD SR č. 431/2011 [II.6] pre všetky etapy životnosti zariadenia, v ktorých sú obsiahnuté požiadavky na kvalitu. Plnenie z požiadaviek na kvalitu podľa schválených plánov kvality z hľadiska JB a základných požiadaviek na technickú bezpečnosť vytvára podmienky pre bezpečné prevádzkovanie týchto systémov.

Po aktivitách súvisiacich so stress testami boli požiadavky na funkčnú schopnosť vybraných VTZ systémov rozšírené (t.j. zabezpečením el. napájania z mobilného DG) tak, aby bol umožnený:

- dlhodobý odvod tepla v podmienkach úplnej straty napájania el. energiou (blackout),
- dlhodobý odvod tepla zo systémov, ktoré sú nevyhnutne potrebné pre bezpečnostné plnenie pri havarijnej situácii.

5.2.4 Ochrana proti vnútorným a vonkajším udalostiam

5.2.4.1 Uvažované udalosti

Vnútorné (zdroje sa nachádzajú na území JE) a vonkajšie udalosti (zdroje sa nachádzajú mimo územia JE), pre ktoré boli v projekte MO34 vykonané analýzy bezpečnosti sú uvedené v kap. 05.01 tejto PpBS.

Pozn.: Plnenie odporúčaní WENRA RWHG 2014 [II.66] sú preukázané nasledovne:

bod E5.1 - v kap. 05.02.04.03

bod E5.2 - v kap. 05.02.04.04

bod E6.1 - v kap. 05.02.04.04

T4.1 - v kap. 05.02.09

5.2.4.2 Prístup k hodnoteniu vnútorných a vonkajších udalostí

Požiadavka:

Cieľom deterministických (konzervatívnych alebo najlepšieho odhadu) analýz vnútorných a vonkajších udalostí uvažovaných v projekte MO34 je preukázať bezpečnosť projektu MO34 deterministickými (konzervatívnymi a realistickými) analýzami bezpečnosti a ďalej na základe pravdepodobnostného

hodnotenie bezpečnosti preukázať, že projekt MO34 je v súlade s pravdepodobnostnými bezpečnostnými cieľmi uvedenými v kapitole 05.01.04.02 tejto PpBS.

Plnenie:

Projekt MO34 obsahuje analýzy odozvy jadrového zariadenia na vnútorné a vonkajšie udalosti v rozsahu legislatívnych požiadaviek.

V kap. 7 sú podrobne popísané prístupy, analýzy a výsledky hodnotenia vplyvu vnútorných a vonkajších udalostí na MO34.

Opatrenia prijaté v projekte MO34 pre prevenciu, resp. pre zmiernenie následkov vnútorných a vonkajších udalostí (aby nebola ohrozená bezpečnosť elektrárne) sú podrobnejšie popísané v dokumente v PpBS, kap 05.04 - Stavby a stavebné konštrukcie – vid' aj kapitolu 05.02.04.04.04 v ďalšom texte.

Podrobnejší popis hodnotenia vnútorných a vonkajších udalostí v projekte MO34 je uvedený v nasledujúcich kapitolách 05.02.04.03 a 05.02.04.04.

5.2.4.3 Vnútorné udalosti

Požiadavky:

V súlade s požiadavkami vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 v projekte MO34 bude braná do úvahy aj potenciálna možnosť výskytu porúch, ktoré by mohli ohroziť bezpečnosť prevádzky jadrového zdroja. Citovaná vyhláška ukladá povinnosť vykonať analýzy projektovaného zariadenia s cieľom určiť všetky vnútorné udalosti, ktoré môžu mať vplyv na jadrovú bezpečnosť.

Plnenie:

Analýzy vnútorných udalostí boli vykonávané v súlade s požiadavkami vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 a s odporučeniami uvedenými v bezpečnostnom návode ÚJD [II.56] a bolo prihliadnuté aj na odporúčenia obsiahnuté v návode MAAE zameraného na interné udalosti [II.46].

Podrobnejšie odôvodnenie výberu vnútorných udalostí pre analýzy a hodnotenie ich vplyvu na bezpečnosť MO34 je uvedené kap. 07.02.03.01 tejto PpBS.

Za kritéria prijateľnosti pri hodnotení vnútorných udalostí sa v projekte MO34 považuje preukázanie schopnosti plniť základné bezpečnostné funkcie uvedené v kapitole 05.01.01.01 tejto PpBS. Takto stanovené kritéria prijateľnosti používané v rámci deterministických analýz interných udalostí sú v zhode s požiadavkami vo vyhláške ÚJD SR [II.4] a s odporučeniami MAAE [II.9].

Kategórie vnútorných udalostí, pre ktoré bolo vykonané hodnotenie vplyvu na bezpečnosť MO34 sú nasledovné:

- Interne generované strely
- Roztrhnutia vysoko energetických potrubí
- Pád bremena
- Vnútorné požiare a výbuchy
- Vnútorné záplavy
- Elektromagnetická interferencia.

5.2.4.3.1 Integrované generované strely

Požiadavka:

Projekt musí identifikovať individuálne zdroje striel generovaných poruchami alebo haváriami bloku vrátane častí rotačných zariadení alebo akumulátorov energie majúcich dostatočnú pravdepodobnosť výskytu a ak strely môžu poškodiť také konštrukcie a komponenty, ktoré by mohli ovplyvňovať požiadavky na bezpečnosť.

Plnenie:

Podrobné deterministické hodnotenie interne generovaných striel je uvedené v kap. 07.02.03.01 tejto PpBS s nasledovnými výsledkami:

Boli identifikované nasledovné skupiny a podskupiny scenárov pre bezpečnostnú analýzu vnútorných udalostí z pohľadu ich vzniku:

- A. Turbínové úlomky
 - B. A.1 Porucha lopatiek turbíny
 - C. A.2 Porucha nadotáčkovej ochrany turbíny
- D. Strely generované ťažkými rotačnými strojmi
 - B.1 Porucha hlavného cirkulačného čerpadla
 - B.2 Porucha hlavného napájacieho čerpadla
 - B.3 Porucha vzduchotechnického systému
- E. Strely generované časťami vysokotlakových potrubí, ako armatúry atď.
 - C.1 Hlavná uzatváracia armatúra
 - C.2 Odstrelenie zvršku vysokotlakovej armatúry v kontajnermente
 - C.3 Odstrelenie zvršku armatúry napájacej vody v budove SO805/1-02
 - C.4 Odstrelenie zvršku armatúry na hlavnom parovode v budove SO805/1-02
- F. Vystrelenie regulačnej kazety - tvorí samostatnú kategóriu

Vystrelené časti turbín a rotačných strojov majú limitovanú energiu a dosah, takže strely budú zachytávané krytmi strojov. V najhoršom prípade bude dopad strely obmedzený na najbližšie okolie, pričom akceptačné kritériá nebudú prekročené.

V projekte elektrárne sú požiadavky na analýzy interne generovaných striel pokryté vo vyhovujúcom rozsahu.

5.2.4.3.2 Roztrhnutie vysoko energetických potrubí

Požiadavka:

V projekte musí byť overené, že fyzikálne a technologické parametre blokov MO34 spĺňajú požiadavky na jadrovú bezpečnosť aj pri zohľadnení roztrhnutí vysoko energetických potrubí. Bezpečnostné analýzy roztrhnutia vysoko energetických potrubí musia zohľadniť všetky riziká, ktoré sú dôsledkom energetického potenciálu v médiu uvoľneného z roztrhnutého potrubia.

Plnenie:

V PpBS kapitole 07.02.03.01 (časť Roztrhnutia vysoko energetických potrubí) boli analyzované nasledovné formy dopadov uniknutých médií z roztrhnutých potrubí na susediace zariadenia:

1. Dynamické účinky švihu potrubia vyvolané roztrhnutím, ktoré môžu následne poškodiť susediace zariadenia.
2. Účinky prúdu unikajúceho média, ktorý môže tryskať do okolia a poškodiť susediace zariadenia.
3. Sekundárne účinky, ako záplava a zmeny podmienok prostredia vo vnútri miestnosti, kde vznikne roztrhnutie potrubia.

V súlade s metodikou platnou v projekte MO34 bolo vyhodnotenie následkov roztrhnutia vysoko energetických potrubí v kapitole 07.02.03.01 vykonané v nasledujúcich krokoch:

- identifikácia miesta hraničných bodov postulovaných roztrhnutí a identifikácia medzihraničných postulovaných roztrhnutí,
- určenie agresivity pre švihy potrubí,
- vplyvy na podpery potrubí od švihov potrubí,
- účinky prúdu média,
- sekundárne účinky (záplavy, zmeny podmienok prostredia).

Celkové výsledky hodnotenia následkov roztrhnutia vysoko energetických potrubí (identifikácia roztrhnutí potrubí, súvisiace analýzy agresivity švihov, vplyv prúdiaceho média alebo švihov, sekundárne efekty zamerané na demonštráciu, že existujúce obmedzovače sú dostačujúce, vplyv na existujúce podpery zameraný na možnosť vyhnúť sa domino efektu) preukázali, že integrita SSK môže byť garantovaná a taktiež aj schopnosť SSK plniť požadované funkcie.

Výsledky hodnotenia roztrhnutia vysoko energetických potrubí uvedené v kapitole 07.02.03.01 preukázali, že fyzikálne a technologické charakteristiky blokov MO34 plnia obvyklé požiadavky na jadrovú bezpečnosť. Akceptačné kritériá určené pre túto kategóriu procesov v prípade výskytu iniciačnej udalosti roztrhnutie vysoko energetických potrubí (ktorá je kategorizovaná ako vnútorné riziko) neboli porušené.

5.2.4.3.3 Pád bremena

Požiadavka:

V projekte musí byť overené, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 ohľadom pádov ťažkých bremien plnia požiadavky na jadrovú bezpečnosť uvedené v BNS I.11.1/2013, ÚJD SR Príloha I, časť I.3 Iné vnútorné iniciačné udalosti [II.56].

Plnenie:

Analýzy pádov bremena boli vykonané v tejto PpBS, Kap. 07.02.03.01 Analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti s nasledovnými závermi:

Výber iniciačných udalostí je podmienený povahou riešeného bezpečnostného problému, ktorý je tvorený potenciálnym dopadom ťažkých bremien, najmä z nákladov prepravovaných žeriavmi

v oblastiach obsahujúcich bezpečnostne významné zariadenia alebo v oblastiach, kde môžu pády ovplyvniť integritu kontajneru. Takéto oblasti sú:

- Reaktorová hala
- Miestnosti havarijných doplňovacích systémov
- Kobky diesel generátorov)
- Superhavarijné napájacie čerpadlá
- Čerpacia stanica technickej vody dôležitej Strojovňa

Tieto oblasti boli analyzované z pohľadu:

- deštruktívneho potenciálu z pádu prepravovaných bremien,
- vyhodnotenia odolnosti relevantných zariadení a účinkov v prípade prijatých ochranných opatrení,
- hodnotenia škôd pri páde bremena.

Z výsledkov analýz pádov bremena vykonaných v kap. 07.02.03.01 vyplýva nasledovný záver:

Projekt MO34 má implementované dostatočné technické a administratívne opatrenia eliminujúce narušenie akceptačných kritérií. Hocijaký pád bremena má iba ohraničené následky.

5.2.4.3.4 Vnútorne požiare a výbuchy

Požiadavka (1):

Požiadavky na požiaru ochrany z hľadiska jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení uvedené v Prílohe č.3 k vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.4] boli podrobne rozpracované v návode ÚJD SR BNS II.2.1/2012 - Požiadavky na zabezpečovanie ochrany pred požiarom a protipožiarnej bezpečnosti jadrových zariadení z pohľadu jadrovej bezpečnosti [II.45].

Plnenie:

Pri výbere scenárov pre hodnotenie interných požiarov projekte MO34 boli uplatnené nasledujúce výberové kritéria:

- Príspevok k CDF podľa výsledkov PSA,
- Nebezpečné kombinácie (kombinácie bezpečnostných systémov s inými zdrojmi požiaru),
- Požiarový úsek s veľmi vysokým požiarovým zaťažením,
- Špecifické prípady (Strojovňa, BD).

Výber scenárov podľa týchto kritérií zohľadňuje skutočnosť, že projekt MO34 obsahuje niekoľko stoviek požiarových úsekov a preto overenie odolnosti projektu MO34 voči interným požiarom bolo zamerané na reprezentatívne scenáre. Požiarne úseky pre analýzy boli vybrané tak, aby zaručovali dostatočný konzervativizmus, tak aby predstavovali obálkové prípady s najhoršími potenciálnymi dopadmi na bezpečnosť.

Ako obálkové prípady vnútorných požiarov boli vybrané nasledovné scenáre požiarov:

- Elektrická rozvodňa I. kategórie 3. systém a RPS 3. systém
- Strojovňa

- Bloková dozorňa

Ako zdroje výbuchov, boli vybrané obáľkové prípady, ktoré definujú hraničnú udalosť z hľadiska účinkov na dôležité stavebné objekty MO34 a zariadenie vo vnútri objektov.

Relevantné PIU:

- PIU A. výbuch vodíka v sklade vodíka,
- PIU B. výbuch vodíka v strojovni,
- PIU C. výbuch zemného plynu v hlavnom rozvode zemného plynu,

Plnenie požiadaviek návodu BNS II.2.1/2012 v projekte MO34 je preukazované v podkapitole 07.02.03.01.05 správy Analýzy vnútorných udalostí so záverom, že projekt MO34 ohľadom vnútorných požiarov a výbuchov spĺňa požiadavky na jadrovú bezpečnosť, ktoré sú uvedené v jadrovej legislatíve platnej v SR. Z analýz obáľkových prípadov vnútorných požiarov a výbuchov uvedených v kap. 07.02.03.01.05 vyplýva záver, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti vnútorný požiar alebo výbuch, zaradenej

do kategórie vnútorných udalostí, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

Riziko od vnútorných požiarov a výbuchov na bezpečnosť MO34 bolo vyhodnotené aj pravdepodobnostnými analýzami bezpečnosti. V dokumente PSA – Interné nebezpečenstvá je uvedený výsledok vyhodnotenia pravdepodobnostného rizika od vnútorných požiarov vyjadrený ako príspevok do CDF.

Požiadavka (2):

V projekte MO34 je potrebné overiť, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 ohľadom vnútorných požiarov a výbuchov plnia aj ostatné požiadavky na požiarnu ochranu, ktoré sú uvedené v platnej legislatíve SR pre požiarnu ochranu.

Plnenie:

Vyhodnotenie ochrany JE MO34 proti požiarom je uvedené v kapitole PpBS 06.09 s nasledovnými závermi:

Okrem požiadaviek na požiarnu ochranu z hľadiska jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení uvedených vo vyššie uvedenej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.4] a návodu ÚJD SR BNS II.2.1/ 2012 [II.45] boli v tejto kapitole vyhodnotené aj ďalšie legislatívne požiadavky na požiarnu ochranu obsiahnuté v zákone č. 314/2001 – O ochrane pred požiarom a v záväzných vyhláškach týkajúcich sa požiarnej ochrany (celkom 7 vyhlášok vydaných Ministerstvom vnútra SR a jedna vyhláška vydaná Ministerstvom výstavby SR).

V tejto kapitole PpBS bol hodnotený aj súlad technických riešení požiarnej ochrany zariadení JE MO34 s požiadavkami noriem platnými v oblasti požiarnej ochrany (STN, STN EN, STN EN ISO a STN ISO – celkom 21 noriem).

Hodnotenie požiarnej ochrany v kap. PpBS 06.09 bolo zamerané na:

- a) preventívne opatrenia v stavebnej a technologickej časti

- b) elektrickú požiarňu signalizáciu
- c) stabilné hasiace zariadenia
- d) systém riadenia požiarnej ochrany
- e) zariadenia pre odvod tepla a splodín horenia
- f) zabezpečenie stavieb vodou na hasenie požiaru
- g) závodný hasičský útvar

Vo vyššie uvedených položkách b) až f) podľa metodiky technického a bezpečnostného hodnotenia zariadení, ktorá je uvedená v návode UJD SR – Rozsah a obsah bezpečnostnej správy [II.1] bolo v osobitnej podkapitole vykonané aj vyhodnotenie plnenia legislatívnych požiadaviek na zariadenia a systémy požiarnej ochrany.

V hodnotení vykonanom v kap 06.09 PpBS sa konštatuje, že projekt JE MO34 náležite zaisťuje ochranu do hĺbky pre prípad požiaru. Zariadenia dôležité z hľadiska bezpečnosti sú projektované tak, aby sa dosiahlo predchádzanie vzniku požiarov; identifikácia, signalizovanie a uhasenie požiarov; ako aj lokalizácia (nešírenie) požiarov, ktoré neboli uhasené. V projekte sú navrhnuté nehorľavé materiály, materiály nešíriace oheň a konštrukcie s dostatočnou požiarňou odolnosťou. Okrem toho má JE MO34 k dispozícii kvalifikované požiarňo-technické zariadenia a protipožiarne systémy. Požiarňo-technické zariadenia sú navrhnuté a umiestnené tak, aby pri ich porušení alebo nesprávnom zapracovaní nebola ovplyvnená funkčná schopnosť zariadení dôležitých z hľadiska jadrovej bezpečnosti. Projekt jadrového zariadenia uvažuje s fyzickým oddelením bezpečnostných systémov a použitím bariér na oddelenie jednotlivých podsystémov zálohovaných systémov. Požadovaná požiarňu odolnosť požiarne deliacich konštrukcií je doložená analýzou výbuchu alebo požiaru.

5.2.4.3.5 Vnútorňé záplavy

Požiadavka:

V projekte MO34 musí byť preukázané, že zariadenia, ktoré sú požadované pre plnenie základných požiadaviek na jadrovú bezpečnosť (kritériá prijateľnosti - viď základné bezpečnostné funkcie uvedené v kap. 05.01.01.01 tejto PpBS) sú dostatočne chránené voči nepriaznivému vplyvu od vnútorných záplav, resp. že budú aj v prípade výskytu takejto udalosti schopné plniť požadovanú bezpečnostnú funkciu. Táto požiadavka vyplýva z požiadaviek uvedených v návode UJD SR BNS I.11.1/ 2013, Príloha I, časť I.3 - Iné vnútorné iniciačné udalosti [II.56].

Plnenie:

Analýzy vnútorných záplav MO34 boli vykonané v PpBS_kap. 07.02.03.01 - Analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti s nasledovnými závermi:

Rozhodujúcim kritériom pre výber záplavových scenárov bol príspevok záplavového scenára k poškodeniu aktívnej zóny. Pomocným kritériom bola frekvencia scenára pre špecifickú miestnosť.

Ako hlavné zdroje záplav boli identifikované potrubia cirkulačnej vody, technickej vody dôležitej a nádrže systému havarijného chladenia AZ s vodným roztokom H_3BO_3 .

Na základe vyššie uvedených kritérií bolo vybraných 7 reprezentatívnych scenárov: tri scenáre pre objekt strojovne, a po dva scenáre pre objekty HVB a priečnej etažérky.

Z vykonaných analýz vyplýva, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti „vnútorná záplava“, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

Pravdepodobnostné hodnotenie rizika od vnútorných záplav bolo spracované v samostatnom dokumente.

5.2.4.3.6 Elektromagnetická interferencia

Z dôvodu rozsiahleho používania elektronických zariadení v prostredí elektrárne MO34 je EMI dôležitý faktor pri zabezpečovaní správnej činnosti/funkcie zariadení dôležitých pre bezpečnosť.

Požiadavka:

Elektronické zariadenie inštalované v rámci projektu MO34 musí spĺňať požiadavky na odolnosť voči elektromagnetickému rušeniu podľa noriem EN STN.

Každé dodané elektrické a SKR zariadenie má byť zhodnotené na EMC podľa metodiky zabezpečovania komplexnej kvalifikácie zariadení v projekte MO34.

Plnenie:

Pre elektrické a SKR zariadenia dodávané pre MO34, u ktorých podľa určenej metodiky je požadovaná kvalifikácia na EMC sa zabezpečuje elektromagneticky kompatibilná prevádzka v súlade s požiadavkami noriem STN EN 61000 [II.25].

Hodnotenie zariadení z hľadiska EMC uvedené v kap. 07.02.03.01 tejto PpBS vychádza hlavne z požiadaviek technickej správy „EMC koncept“ a dokumentácie vykonávacieho projektu, ktorá popisuje a zdôvodňuje sériu navrhovaných zmien konceptu EMC.

Na dosiahnutie elektromagnetickej kompatibility (EMC) efektívnym spôsobom, bola použitá kombinácia:

1. Predikcií interferencie a analýzami, ktoré identifikujú a definujú elektromagnetické prostredie v miestach kde bude SKR systém inštalovaný, tzv. monitoring prostredia, teda stanovenie úrovne a frekvencie EMI vzhľadom k zariadeniu alebo miestu jeho inštalácie.
2. Zaistením EMC špecifikácie a štandardizácie v celom rozsahu behom návrhovej, projekčnej, výrobnéj a realizačnej fázy.
3. Procedúrami a postupmi sledovania EMI v priebehu návrhu, výroby a inštalácie zariadení alebo systému tak, aby EMC špecifikácie a štandardizácie boli dodržané.
4. Post-inštalačnými EMC meraniami a testovaním k získaniu vstupných údajov o zabezpečení zhody EMC špecifikácie a štandardizácie z hľadiska kritérií prijateľnosti.
5. Optimalizácia EMC na minimalizáciu účinkov EMI počas inštalácie SKR systému do JE Mochovce.
6. Postupy eliminácie EMC problému, ktoré sa môžu objaviť v priebehu inštalácie a na základe výsledku post-inštalačných EMC testov, prevádzky alebo mimoriadnych pracovných podmienok.
7. Implementáciou EMC kvalifikačného procesu na I&C systémy dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti.

Pre hodnotenie elektro a SKR zariadení JE MO34 z hľadiska EMC v kap. 07.02.03.01 boli ako obálkové prípady vybrané najohrozenejšie zariadenia a priestory (ako obálkový prípad) nasledovne:

- A. Ako najohrozenejšie zariadenia z pohľadu EMC sú zariadenia s nízkoúrovňovými signálmi, pracujúcich v prostredí s vysokou úrovňou rušenia a spadajú do kategórie BS– bezpečnostných systémov alebo SVB – systémy súvisiace s bezpečnosťou.
- B. Takéto zariadenia prechádzajú pred ich nasadením analýzou a testovaním, včítane panelov. Tieto skúšky a analýzy pokrývajú obálkové prípady najohrozenejších zariadení a panelov a sú v súlade s požiadavkami na odolnosť voči elektromagnetickému rušeniu podľa noriem EN STN.
- C. Ako najohrozenejšie priestory z hľadiska EMC sú miestnosti s významným počtom SKR panelov/skriň, napr. BD, ND, miestnosti SKR.

Vo všetkých týchto miestnostiach bolo zrealizované vylepšenie elektromagnetického tienenia miestností. Miestnosti sú tienené hustou mriežkou, ktorá zabezpečuje ochranu prostredia. Podlahy a strechy sú kovové. Tienenie zvyšuje aj hranicu kompatibility z pohľadu rušenia, ktoré je vyvolané diaľkovými vysielačmi a vonkajšími elektromagnetickými poľami, ktoré vyvolávajú rozličné zdroje.

V záveroch analýz v kap. 07.02.03.01 sa konštatuje splnenie požiadaviek na odolnosť zariadení MO34 voči EMI a splnenie úrovne emitovaného rušenia. Vybrané zariadenia boli podrobené samostatným skúškam a analýzam, vo vybraných miestnostiach boli zrealizované vylepšenia elektromagnetického tienenia.

5.2.4.3.7 Závery analýz vnútorných udalostí

Na základe analýz vykonaných v kapitole 07.02.03.01 je možné odvodiť závery, že:

- Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú všetky požadované podmienky jadrovej bezpečnosti;
- V prípade vzniku iniciačnej udalosti zaradenej do kategórie vnútorných nebezpečenstiev, nenastane porušenie akceptačných kritérií stanovených pre danú kategóriu procesov;
- Projekt MO34 je dostatočne odolný pre zabezpečenie požiadaviek pre projektových udalostí (definovaných pre úplný rozsah vnútorných udalostí).

5.2.4.4 Vonkajšie udalosti

Požiadavky:

Výber vonkajších udalostí pre analýzy bezpečnosti bude vykonaný v súlade s požiadavkami na ochranu proti vonkajším udalostiam, definovanými Vyhláškou č. 430/2011 Z.z. [II.4], Príloha č. 3, ako aj s prihliadnutím na odporúčenia MAAE [II.49].

Plnenie:

Pri výbere vonkajších udalostí relevantných pre lokalitu Mochovce sa vychádzalo zo všeobecných geografických a klimatických charakteristík lokality (poloha, geografia, klíma), ako aj z informácií o infraštruktúre regiónu (napr. umiestnenie priemyselných, dopravných a vojenských objektov, transportných trás) a ľudských aktivitách v širšom okolí JE.

Pre analýzy bezpečnosti projektu MO34 v dôsledku vonkajšieho ohrozenia boli vybrané nasledujúce vonkajšie udalosti, resp. ich zdroje:

- a) Náhodný pád lietadla

- b) Extrémne meteorologické podmienky (vrátane elektromagnetickej interferencie)
- c) Zemetrasenie
- d) Prevádzka priemyselných, dopravných a vojenských objektov (explózie spojené s tlakovou vlnou a letiacimi predmetmi, požiare, úniky výbušných alebo toxických plynov, zamorenie škodlivými kvapalinami)
- e) Vonkajšie záplavy
- f) Sabotáž
- g) Úmyselný náraz malého lietadla

Vyššie uvedený výber vonkajších udalostí pre analýzy bezpečnosti projektu MO34:

- v položkách a) až e) je v zhode s požiadavkami definovanými Vyhláškou č. 430/2011 a aj s odporúčaniami MAAE definovanými v dokumente [II.49],
- bol rozšírený o udalosť (f) sabotáž - na základe Požiadaviek na kvalitu JZ MO34 a udalosť (g) úmyselný náraz malého lietadla - na základe odporúčenia v Stanovisku Európskej komisie [II.51].

Pre deterministické analýzy bezpečnosti projektu MO34 v dôsledku vonkajšieho ohrozenia boli vybrané kritériá prijateľnosti, ktoré sú definované Vyhláškou č. 430/2011 [II.4], Príloha č. 3,:

- a) jadrové zariadenie je možné bezpečne odstaviť a udržiavať v podkritickom stave,
- b) odvádzať zostatkové teplo z vyhoreného jadrového paliva alebo rádioaktívneho odpadu,
- c) udržiavať úniky rádioaktívnych látok pod stanovenými hodnotami.

5.2.4.4.1 Náhodný pád lietadla

Požiadavka :

Hodnotenie pravdepodobnosti pádu lietadla zohľadňuje súčasný stav letovej prevádzky v okolí 50 km od lokality JE Mochovce. V dotknutom priestore budú analyzované všetky druhy letovej prevádzky. Pre bezpečnostné hodnotenie jednotlivých kategórií letovej prevádzky budú využité doporučené prístupy MAAE a konzervatívne vstupné dáta. Hodnotenie pádu lietadla bude realizované nasledujúcim spôsobom:

- A. Náhodný pád lietadla do objektu MO34 má byť hodnotený na základe informácií o súčasnej leteckej doprave získaných z leteckého úradu.
- B. Prístup bude založený na vyhodnotení pravdepodobnosti skupiny udalostí, ktoré by mohli vzniknúť a prekonať pravdepodobnostné kritérium obmedzeného vplyvu.
- C. Pre účely pravdepodobnostného zhodnotenia rizika pádu lietadla sa používajú metódy SDV a SPL.
- D. Pri vyhodnocovaní pravdepodobnosti budú v plnom rozsahu zohľadnené medzinárodné odporúčenia [II.57], [II.58].
- E. V prípade že pre hodnotenú udalosť (t.j. pád lietadla) bude preukázané, že jej pravdepodobnosť pádu prekročila pravdepodobnostné kritérium obmedzeného vplyvu, potom vplyv pádu lietadla musí byť hodnotený deterministicky pre najhorší možný stav počas normálnej prevádzky.

Plnenie:

Hodnotenie pravdepodobnosti rizika náhodného pádu lietadla na HVB JE Mochovce vykonané v kap. PpBS 07.02.03.02, časť 07.02.03.02.01 bolo založené na metodikách SDV a SPL.

Prístup SDV sa aplikoval na posúdenie rizika prevádzky okolitých letísk a činností súvisiacich s ich prevádzkou. Bezpečné vzdialenosti letiska od elektrárne sú v zmysle tohto prístupu vymedzené nasledovne:

SDV = 4 km - pre hranice letových ciest alebo pristávacích a štartovacích dráh (vychádza sa zo štatistík, ktoré naznačujú, že pády lietadiel v súvislosti so štartom alebo pristávaním sa vyskytujú najčastejšie vo vzdialenosti do troch alebo štyroch kilometrov od letiska),

SDV = 10 km - pre letiská (vzdialenosť od koncov pristávacej alebo štartovacej dráhy),

SDV = 30 km - pre vojenské letové priestory.

V okruhu 50 km od lokality JE sa neprevádzkuje žiadne letisko pre civilné dopravné lety. Najbližšie letiská tohto typu sú v Bratislave a Piešťanoch. V uvedenom okruhu sa nachádzajú iba tri letiská, ktoré slúžia iba pre športové a rekreačné lety. Všetky tri letiská sa však nachádzajú vo vzdialenosti väčšej ako 16,1 km a nemajú (každé samostatne) prevádzku väčšiu ako 100 000 pohybov/rok.

V zmysle aplikovaného prístupu pád lietadla ako dôsledok prevádzky okolitých letísk a činností súvisiacich s ich prevádzkou nepredstavuje pre JE Mochovce žiadnu hrozbu, pretože všetky najbližšie letiská sú umiestnené v dostatočne bezpečnej vzdialenosti. Akákoľvek udalosť v súvislosti s prevádzkou letiska teda nemôže vzhľadom na dostatočnú vzdialenosť od JE ohroziť jej bezpečnosť.

Prístup SPL sa aplikoval na posúdenie rizika pádu lietadla ako dôsledku všeobecnej leteckej prevádzky v regióne. V rámci analýzy boli pre jednotlivé druhy letovej prevádzky vypočítané frekvencie pádu lietadiel pre jednotlivé letové kategórie.

Sumárna ročná frekvencia pádu lietadla na referenčný objekt v okruhu 50 km od elektrárne JE Mochovce v dôsledku všeobecnej leteckej prevádzky je rádovo nižšia ako screeningová hodnota $SPL\ 1,0 \times 10^{-7}\ \text{rok}^{-1}$ odporúčaná v medzinárodnej praxi, napr. [II.8].

Pravdepodobnostné hodnotenie rizika náhodného pádu lietadla na stavebné objekty v lokalite MO34 je uvedené v dokumente PSA Externé nebezpečenstvá, Príloha č. 1 Analýza rizika pádu lietadla.

Na základe záverov analýz vykonaných v kap. PpBS 07.02.03.02 je možno konštatovať, že z pohľadu medzinárodne akceptovaných metodík a kritérií, ako aj z aktuálneho hodnotenia letovej prevádzky v okolí EMO je možné považovať riziko ohrozenia jadrovej bezpečnosti JE Mochovce v dôsledku pádu lietadla za veľmi nízke (pod hodnotou SPL) a nevyžadujú sa žiadne dodatočné technické alebo organizačné opatrenia. Tento záver však závisí od charakteru a frekvencie letovej prevádzky a preto ju bude potrebné i v budúcnosti pravidelne prehodnocovať (minimálne v rámci periodického hodnotenia bezpečnosti) spolu s prijímanými opatreniami.

5.2.4.4.2 Extrémne meteorologické podmienky

Informácie o extrémnych meteorologických parametroch v lokalite JE Mochovce sú uvedené v kapitole 05.01 tejto PpBS. Boli spracované a publikované v Súhrnnej správe SHMÚ pre lokalitu Mochovce a boli zahrnuté aj do revidovaného úvodného projektu MO34 (dodatok č. 0048).

Požiadavky:

Hlavnou úlohou analýzy extrémnych meteorologických podmienok je identifikácia všetkých potenciálnych zdrojov rizika vyplývajúceho z extrémnych meteorologických prírodných javov, posúdenie ich možného negatívneho vplyvu na bezpečnosť prevádzky MO34.

Analýza sa sústreďuje najmä na nasledujúce riziká a ich následky:

- teplotné extrémny (vysoká alebo nízka teplota vzduchu),
- zrážkové extrémny (zrážky vo forme dažďa a snehu, vlhkosť, námraza),
- veterné extrémny (silný nárazový vietor),
- kombinované účinky extrémnych meteorologických podmienok.

Plnenie:

Analýzy sú uvedené v ďalšom texte podľa príslušných meteorologických rizík.

Teplotné extrémny:

Požiadavky – stavebné objekty dôležité pre bezpečnosť:

- a) Odolnosť stavebných objektov dôležitých pre bezpečnosť MO34 uvedených v kapitole 05.01 PpBS, (pôvodných) bola požadovaná pre nasledovné extrémne teploty (stanovené v rámci úvodného projektu):

Absolútne ročné maximum teploty pre 10^2 rokov: +36,4 °C,

Absolútne ročné minimum teploty pre 10^2 rokov: -30,8 °C.

- b) Odolnosť nových stavebných objektov dôležitých pre bezpečnosť MO34, ktoré majú byť zodolnené na základe záťažových skúšok, (stress testov), alebo novovybudované stavby dôležité pre bezpečnosť (t.j. aj stavby pre zariadenia určené pre riadenie ťažkých havárií) je požadovaná pre nasledovné konzervatívne stanovené extrémne vonkajšie teploty:

Maximálna stredná teplota počas najteplejšieho týždňa: +38 °C,

Minimálna stredná teplota počas najchladnejšieho týždňa: -30 °C.

Plnenie:

- ad a) Hodnotenie odolnosti stavebných objektov dôležitých pre bezpečnosť v rozsahu stavebných objektov dôležitých pre bezpečnosť v revidovanom úvodnom projekte MO34.

Hodnotenie odolnosti stavebných objektov dôležitých pre bezpečnosť v projekte MO34, ktoré sú uvedené v kap. PpBS 05.01 (pôvodné) voči extrémnym externým meteorologickým podmienkam je vykonané v kap PpBS 05.04 - Stavby a stavebné konštrukcie.

Pri tomto hodnotení sa vychádzalo z extrémnych hodnôt meteorologických parametrov (vonkajšie teploty, rýchlosť priameho nárazu vetra, zaťaženie snehovou pokrývkou a dažďovými zrážkami), ktoré sú uvedené v PpBS, kap. 05.01.04.04.02 - Extrémne meteorologické podmienky. Pri tomto hodnotení sa vychádzalo z extrémnych hodnôt vonkajšej teploty vzduchu podľa bodu a) vo vyššie uvedených požiadavkách.

- ad b) Hodnotenie odolnosti nových stavieb dôležitých pre bezpečnosť.

Pre nové stavby, ktoré sú uvedené v PpBS kap. 05.01 boli extrémne hodnoty vonkajšej teploty vzduchu uvedené v bode b) vo vyššie uvedených požiadavkách použité ako zadanie pre vykonávací projekt týchto stavebných objektov.

Požiadavka – technologické zariadenia dôležité pre bezpečnosť:

- c) Hodnotenie zariadení dispozične umiestnených vo vonkajšej atmosfére, alebo v stavebných objektoch, ktoré si musia zachovať prevádzkyschopnosť aj pri extrémnych teplotách vonkajšej atmosféry uvedených v kap. PpBS 05.01, v Tab. 5.1.4,
- d) Hodnotenie ventilačných systémov, ktoré nasávajú vzduch z vonkajšej atmosféry a obsluhujú systémy dôležité pre bezpečnosť, ktoré si musia zachovať prevádzkyschopnosť aj pri nasledovných extrémnych hodnotách vonkajšej atmosféry:

Maximálna stredná teplota po dobu 6 hodín + 43,8°C,

Minimálna stredná teplota po dobu 6 hodín – 44,2°C.

Plnenie:

- ad c) Hodnotenie odolnosti technológie MO34 vo vonkajšej atmosfére alebo rozmiestenej stavebných objektoch, ktoré sú uvedené v kap. 05.01 PpBS, voči extrémnym teplotám vonkajšej atmosféry je založené na výsledkoch analogického hodnotenia odolnosti technológie dôležitej pre bezpečnosť voči extrémnym meteorologickým parametrom, ktoré bolo vykonané pre EMO12 v rámci realizácie bezpečnostného opatrenia EH 02 – Analýza vplyvu extrémnych meteorologických podmienok na vybrané systémy JE Mochovce. V hodnotiacej správe bola preukázaná odolnosť technologického zariadenia dôležitého pre bezpečnosť rozmiestneného v hodnotených stavebných objektoch voči extrémnym meteorologickým parametrom, ktoré boli uvažované ako priemerné týždenné extrémy teploty vzduchu v rozsahu -30,4 °C až +37,1 °C a rezervy v odolnosti zariadení boli hodnotené v rozmedzí teplôt vonkajšieho vzduchu od – 40,8°C až + 43,1°C.
- ad d) Analýzy ventilačných a klimatizačných zariadení v stavebných objektoch dôležitých pre bezpečnosť boli vykonané z hľadiska ich schopnosti zabezpečiť požadované environmentálne parametre v obsluhovaných priestoroch. Cieľom hodnotenie je preukázať zachovanie prevádzkyschopnosti zariadení dôležitých pre bezpečnosť umiestnených v obsluhovaných priestoroch pri extrémnych parametroch teploty vonkajšej atmosféry, ktoré sú uvedené vyššie v požiadavkách pre hodnotenie technologických zariadení v bode d). Zhodnotenie kapacity príslušných ventilačných a klimatizačných zariadení v projekte MO34 bolo vykonané nasledovne:
 - V nových stavebných objektoch, ktoré sú uvedené v kap. 05.01 PpBS, boli extrémne hodnoty pre vonkajšie teploty vzduchu použité ako zadanie pre vykonávací projekt vzduchotechnických systémov v nových stavbách,
 - Vyhodnotenie VZT systémov v stavebných objektoch HVB, BaPP a prevádzková budova, ktoré nasávajú vzduch z vonkajšej atmosféry z hľadiska schopnosti zachovať prevádzkyschopnosť systémov dôležitých pre bezpečnosť, ktoré VZT systémy obsluhujú je uvedené v dokumente - Analýza VZT zariadení pri extrémnych podmienok teploty vo vonkajšej atmosfére,

- Projekt vzduchotechnických a klimatizačných systémov pre stavebné objekty priečnej a pozdĺžnej etažérky bol upravený tak, že extrémne teploty vonkajšej atmosféry boli definované ako vstupné hodnoty zadania projektu vzduchotechnických zariadení v týchto objektoch, pri ktorých sa majú zabezpečiť vyhovujúce podmienky prostredia, v ktorom sú rozmiestnené obsluhované zariadenia – viď podrobnosti v samostatnom dokumente a príslušnú dokumentáciu vykonávacieho projektu.

Komplexné hodnotenie teplotných extrémov na jadrovú bezpečnosť prevádzky MO34 bolo vykonané v kapitole PpBS 07.02.03.02- Analýzy bezpečnosti pre vonkajšie udalosti a v pravdepodobnostnom hodnotení bezpečnostného rizika od účinkov extrémnych meteorologických podmienok uvedenom v dokumente PSA - Externé nebezpečenstvá.

Na základe analýz vykonaných v citovaných dokumentoch je možné odvodiť nasledovné závery:

Projekt tepelných izolácií budov JE MO34 a technologických zariadení v nich umiestnených poskytuje dostatočnú ochranu pred extrémnymi mrazmi. Tepelná zotrvačnosť budov zabezpečuje dostatočnú časovú rezervu (trvajúcu aj niekoľko dní) na vykonanie prípadných ďalších nevyhnutných opatrení (akými by boli napr. nahrievanie prevádzkových médií, aby nedošlo k zamŕzaniu).

Rovnako aj pre prípad výskytu extrémne vysokých teplôt projekt JE MO34 zabezpečuje dostatočnú ochranu budov a technologických systémov. Vysoké teploty vzduchu vo všeobecnosti nepredstavujú pre budovy a zariadenia zásadný problém a neobmedzia prevádzkyschopnosť zariadení dôležitých pre bezpečnosť. Navyše, ochrana pred extrémne vysokými teplotami je v projekte MO34 zabezpečená inštaláciou výkonných ventilačných a klimatizačných systémov, redundanciou a fyzickou separáciou systémov dôležitých pre bezpečnosť.

Zrážkové extrémy

Požiadavka:

Odolnosť budov a zariadení na zrážkové extrémy a extrémne hodnoty zaťaženia snehovou pokrývkou v projekte MO34 bude konzervatívne preukázaná pre nasledovné hodnoty snehovej záťaže (hodnoty sú prevzaté z kapitoly 05.01.04.04.02 PpBS):

- Zaťaženie snehom pri perióde návratu 10^2 rokov: $0,7 \text{ kN/m}^2$
- Zaťaženie snehom pri perióde návratu 104 rokov: $1,4 \text{ kN/m}^2$

Plnenie:

Hodnotenie odolnosti stavebných objektov dôležitých pre bezpečnosť, ktoré sú uvedené v kap. PpBS 05.01 voči extrémnym externým meteorologickým podmienkam je vykonané v kap PpBS 05.04 - Stavby a stavebné konštrukcie.

Zrážkové extrémy v lokalite MO34 boli z hľadiska ich vplyvu na bezpečnosť MO34 analyzované a vyhodnotené v kap. PpBS 07.02.03.02 - Analýzy bezpečnosti pre vonkajšie udalosti. V analýzach vplyvu zrážkových extrémov na bezpečnosť MO34 boli posudzované:

- systém odvodnenia striech stavebných objektov JE, vrátane možnosti ich preťaženia vodou alebo snehom,
- schopnosť odvodu extrémnych zrážok z areálu dažďovou kanalizáciou (riadený odtok), vrátane možnosti upchatia kanalizačných dažďových vpustí a natečenia vody do objektov,

- povrchový odtok zrážok z areálu JE Mochovce.

Výsledky analýz v kapitole 07.02.03.02 preukázali, že projekt zariadení pre ochranu pred extrémnymi zrážkami spolu s bezpečnostnými opatreniami, ktoré boli realizované dodatočne oproti pôvodnému projektu (úprava dažďových vpustí, odvodňovacieho systému stiech, prahov dverí a odkvapov), poskytujú dostatočnú ochranu budov a systémov v nich umiestnených pred potenciálnymi následkami extrémnych zrážok, ktoré by sa mohli prejaviť vo forme zaplavenia objektov alebo preťaženia stiech.

Systém dažďovej kanalizácie JE Mochovce bol navrhnutý tak, aby s dostatočnou rezervou odviezol zachytené zrážkové vody zo všetkých výškových úrovní do zachytnej nádrže, z ktorej vychádza kanalizačný zberač, ktorý ďalej odvádza zrážkové vody do rieky Hron.

Veterné extrémny

Požiadavka:

Požiadavky na extrémne hodnoty zaťaženia od priameho nárazu vetra pre hodnotenie odolnosti budov a zariadení v projekte MO34 sú uvedené v PpBS, kapitola 05.01, (informácie o extrémnych hodnotách nárazu vetra v lokalite JE Mochovce boli spracované a publikované v Súhrnnej správe SHMÚ pre lokalitu Mochovce 2011).

Plnenie:

Hodnotenie odolnosti stavebných objektov dôležitých pre bezpečnosť, ktoré sú uvedené v kap. PpBS 05.01 v Tab. 5.1-2 a v Tab. 5.1-3 voči extrémnym externým meteorologickým podmienkam (vrátane veterných extrémov) je vykonané v kap PpBS 05.04 - Stavby a stavebné konštrukcie.

Pri hodnotení odolnosti stavieb zatriedených v revidovanom úvodnom projekte MO34 ako stavby dôležité pre bezpečnosť - pôvodné (sú uvedené v kap. PpBS 05.01) vykonanom v kap PpBS 05.04 boli použité nasledovné hodnoty veterných extrémov:

- úroveň projektového zaťaženia - rýchlosť vetra 38,89m/s
- úroveň extrémneho zaťaženia - rýchlosť vetra 54,47m/s

Parametre veterných extrémov uvažované v kap PpBS 05.04 pri hodnotení odolnosti nových stavieb dôležitých pre bezpečnosť (sú uvedené v kap. PpBS 05.01) mali nasledovné hodnoty:

- základné projektové zaťaženie - rýchlosť vetra 40,0m/s
- extrémne zaťaženie - rýchlosť vetra 53,9m/s

Vplyv veterných extrémov v lokalite MO34 na bezpečnosť jadrového zariadenia bol analyzovaný a vyhodnotený v PpBS kap. 07.02.03.02- Analýzy bezpečnosti pre vonkajšie udalosti. Pri tomto hodnotení sa vychádzalo z extrémnych hodnôt rýchlosti vetra, ktoré sú uvedené v kapitole PpBS 05.01. Zo záverov analýz projektu MO34 uvedených v kap. 07.02.03.02 nevyplynuli žiadne špeciálne požiadavky na dodatočné úpravy projektu MO34 vo vzťahu k extrémnym vetrom.

Elektromagnetická interferencia

Požiadavka:

Zariadenia, ktorých zlyhanie by mohlo výrazne ovplyvniť bezpečnosť, sú projektované tak, aby boli chránené pred elektromagnetickými interferenciami z externých zdrojov.

Metodika zabezpečenia ochrany pred elektromagnetickou interferenciou používaná v rámci projektu MO34 je v súlade s IEC STN EN 61000 [II.25] a odporúčaniami MAAE a používa nasledujúci postup:

- overenie odolnosti elektronického zariadenia voči elektromagnetickému rušeniu,
- zistenie úrovne elektromagnetického rušenia v prostredí, kde sa zariadenie nachádza,
- vyhodnotenie rezervy v odolnosti t.j. pomeru medzi odolnosťou elektronického zariadenia a úrovňou rušenia v prostredí tohto zariadenia

Najintenzívnejším zdrojom vonkajšieho elektromagnetického rušenia je impulz od úderu blesku. Jeho impulzný charakter s vysokým obsahom vysokofrekvenčných zložiek si vynucuje použitie takých metód ochrany elektrických systémov pred účinkami blesku, ktoré súčasne zahŕňujú aj ochranu pred vysokofrekvenčnými rušivými vplyvmi. Z toho dôvodu bola kladená vysoká dôležitosť ochrane pred bleskom.

Metódy zabezpečenia ochrany pred účinkami bleskov sú predpísané medzinárodnými normami IEC/EN skupiny 62305 (ktoré boli adaptované aj na Slovensku) [II.27], [II.28], [II.29], Ochrana proti bleskom sa v nich chápe ako komplex projektových opatrení, ktorých dodržanie zaručí dostatočnú odolnosť voči elektromagnetickým účinkom blesku. Účinky bleskov sú v dokument [II.15] zaradené medzi prirodzené vplyvy okolitého prostredia na systémy JE. V kap. 02.04.01.02.06 (a v tabuľke 2.4.1.4) dokumentu [II.15] sú špecifikované nasledovné základné parametre blesku, z ktorých sa vychádzalo pri návrhu protibleskovej ochrany objektov MO34:

- vrcholová hodnota prúdu 200 kA,
- doba nábehu impulzu prúdu 10 μ s,
- doba trvania 350 μ s.

Všeobecné požiadavky na odolnosť voči EMI sú uvedené v bezpečnostnom návode MAAE Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA - SSG-18, 2011 [II.50].

Plnenie:

Možnosti vzniku elektromagnetickej interferencie a jej potenciálneho vplyvu na prevádzku a bezpečnosť JE MO34 boli preverené v súlade s odporúčaniami MAAE pre posudzovanie externých udalostí [II.50] v PpBS, kapitola 07.02.03.02 - Analýzy bezpečnosti pre vonkajšie udalosti.

Výsledky pravdepodobnostných analýz rizika od vplyvu elektromagnetickej interferencie na zariadeniach v areáli MO34 sú uvedené v dokumente PSA Externé nebezpečenstvá, Príloha č.3 Analýza rizík vyplývajúcich z extrémnych prírodných podmienok.

Na základe uvedených analýz je možno zhrnúť nasledujúce závery:

Lokalita JE Mochovce má nízke riziko z hľadiska zásahu nebezpečným bleskom s vysokou intenzitou. Vychádza sa pritom z dát zo sledovaného obdobia roku 2002 až 2010 uvedených v správe SHMÚ. Pri

ochrane elektrárne pred bleskom podľa STN EN 62305 je použitý systém ochrany pred bleskom - LPS.

Pri odolnosti voči EMI (EMC) z externých zdrojov sa vychádzalo z požiadaviek uvedených v samostatných dokumentov.

V koncepte EMC a aj v najnovšej revízií koncepcie EMC je hodnotená adekvátnosť ochrany pred elektromagnetickou interferenciou so 100% rezervou. Teoreticky by tak mal objekt (zariadenie v objekte) zvládnuť blesk o intenzite až do 400 kA.

Primárnou ochranou budov pred účinkami bleskov na MO34 sú bleskozvody, vytvorené zo sústavy zberačov, mrežovej klieťky a sústavy zvodov. Bleskozvody jednotlivých budov vytvára kovová mreža 12 x 12 m, ktorá je umiestnená na streche a prepojená okružnou ekvipotenciálnou zbernicou kopírujúcou okraje strechy spoločne s vertikálnymi zvodmi rovnomerne rozmiestnenými po 12 m. Vertikálne zvody o menovitom priereze 50 mm² sú na úrovni zeme prepojené okružnou zbernicou a uzemnené. Sekundárnu ochranu tvoria aktívne, pasívne alebo mechanické zariadenia ako prepäťové ochrany, zvodnice prepätia, tienenia, varistory, iskrištia, ochranné diódy, bleskoistky, UPS systémy a rôzne ochranné zapojenia napájania. Pri ochrane pred rušivým vplyvom priameho úderu blesku sa jedná hlavne o ochranu pred rušením šíreným po vedení. Pri dátových vedeniach sú použité optické vedenia, na ktoré nemá elektromagnetická interferencia žiadny vplyv. Všetky tieto opatrenia, technické riešenia a požiadavky na EMC boli začlenené do projektu MO34 a to nie len v ochrane proti prírodným atmosférickým výbojom, ale aj proti akémukoľvek elektromagnetickému rušeniu.

5.2.4.4.3 Ochrana proti zemetraseniu

Požiadavka:

Seizmické ohrozenie úrovne SL-2 pre lokalitu jadrových elektrární v lokalite Mochovce bolo vypracované GFÚ SAV, Bratislava – PSHA analýza pre JE v lokalite Mochovce, vypracovaná v roku 2004.

Seizmická úroveň SL-2 – je definovaná ako maximálne projektové zemetrasenie, ktoré môže zasiahnuť lokalitu raz za 10 000 rokov, po ktorom je elektráreň možné odstaviť a bezpečne ju udržať v odstavenom stave.

Seizmická úroveň SL-1 – je definovaná ako maximálne prevádzkové zemetrasenie (t.j. po seizmickej udalosti do maximálneho prevádzkového zemetrasenia elektráreň môže byť uvedená opäť do prevádzky) bola pre projekt MO34 stanovená ako 1/2 z úrovne SL-2.

Maximálna amplitúda zrýchlenia vo vertikálnom smere na úrovni terénu pre seizmickú úroveň SL-2 a pre SL-1 pre projekt MO34 bola stanovená ako 2/3 z SL-2 alebo SL-1.

Nasledovné parametre seizmických úrovní SL-2 a SL-1 boli definované pre projekt MO34 na základe seizmických charakteristík vypracovaných pre lokalitu JE Mochovce:

Seizmická úroveň SL-2:

- Maximálna amplitúda zrýchlenia na úrovni terénu v horizontálnom smere PG_{AH} = 0,15 g
- Maximálna amplitúda zrýchlenia na úrovni terénu vo vertikálnom smere PG_{AV} = 0,10 g

Seizmická úroveň SL-1:

- Maximálna amplitúda zrýchlenia na úrovni terénu v horizontálnom smere PGAH = 0,075 g
- Maximálna amplitúda zrýchlenia na úrovni terénu vo vertikálnom smere PGAV = 0,050 g

Systémy, konštrukcie a komponenty dôležité pre bezpečnosť seizmicky kategorizovaných v projekte MO34 budú vyprojektované na seizmickú úroveň SL-2.

Plnenie:

Hodnotenie seizmickej odolnosti stavebných konštrukcií dôležitých pre bezpečnosť, ktoré sú uvedené v kapitole PpBS 05.01 – v tabuľkách 5.1.2 a 5.1.3 je vykonaná v kapitole 05.04 PpBS. Pri tomto hodnotení boli použité záťaže na stavby od seizmickej udalosti na úrovni SL-2.

Seizmická odolnosť systémov a zariadení dôležitých pre bezpečnosť zatriedených do seizmických kategórií v projekte MO34, t.j. hodnotenie ich prevádzkyschopnosti počas seizmickej udalosti a po jej odznení je vykonané v rámci PpBS – v príslušných kapitolách od 06.01 až po 06.12 – okrem kapitoly 06.08.

Seizmická odolnosť jednotlivých zariadení, ktoré boli zatriedené do seizmických kategórií je uvedená v údajových listoch zariadení (data sheets).

Seizmická odolnosť systémov je preukázaná výpočtami alebo seizmickými skúškami vykonanými v súlade s metodikou – Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 34.

Splnenie požiadaviek pre seizmickú odolnosť je dokladované v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii, ktorá je súčasťou sprievodnej technickej dokumentácii príslušného zariadenia alebo systému. Prehľad preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení MO34 je uvedený v dokumente – Database control system od qualification documentation NPP MO34.

Bezpečnostná analýza následkov zemetrasenia na bezpečnosť MO34 bola vykonaná v PpBS v kapitole 07.02.03.02 – časť Ochrana proti zemetraseniu s nasledovnými závermi :riešenie projektu MO34 proti seizmickej udalosti spĺňa súčasné medzinárodné odporúčania. Systémy, stavby a komponenty dôležité pre bezpečnosť v projekte JE MO34 spĺňajú požiadavky na záťaž od zemetrasenia na úrovni SL-2 a taktiež aj akceptačné kritériá definované pre bezpečnostné analýzy externých udalostí.

Hodnotenie kombinovaných efektov od extrémnych meteorologických a seizmických podmienok

Hodnotenie stability bezpečnostne významných stavebných objektov, ktoré sú uvedené v kapitole PpBS 05.01 proti účinkom kombinovaných záťaží extrémnych seizmických a meteorologických podmienok (vrátane prevádzkových zaťažení) je vykonané v kapitole PpBS 05.04 – Stavebné objekty. Pre hodnotenie dopadu externých zaťažení v kapitole 05.04 so seizmickými zaťažovacími zodpovedajúcimi zemetraseniu seizmickej úrovne SL-2, bola použitá metodika, ktorá je vypracovaná v samostatnom dokumente – Zadanie pre hodnotenie stavebných objektov MO34.

Nové bezpečnostne významné stavebné objekty, ktoré sú dané v PpBS kapitole 05.01 v tabuľke 5.1-3 plnia všetky požiadavky pojednávajúce o kombinovaných externých zaťaženiach na stabilitu budov.

Hodnotenie stability bezpečnostne významných stavieb, ktoré sú dané v PpBS kapitole 05.01 dospelo k záveru, že pre preukázanie stability stavieb boli vyžadované posilnenia, ktoré sú detailnejšie popísané v príslušných podkapitolách PpBS kapitoly 05.04.

Analýzy účinkov kombinovaných extrémnych meteorologických a seizmických podmienok na bezpečnosť MO34 boli vykonané v PpBS kapitole 07.02.03.02 – Hodnotenie vonkajších rizík.

V bezpečnostnej analýze boli uvažované kombinácie niektorých meteorologických javov, ktoré by mohli viesť za určitých podmienok k strate vonkajšieho napájania z externých dôvodov (udalosti boli obsiahnuté a analyzované v PSA modeli). Boli uvažované nasledovné kombinácie extrémnych externých podmienok:

- Kombinácia vetra a nízkej teploty vzduchu
- Kombinácia extrémnej snehovej pokrývky a búrkových dažďov
- Kombinácia extrémnej námrazy a extrémne nízkej teploty
- Kombinácia extrémne vysokej teploty a extrémneho sucha
- Kombinácia extrémne silného vetra a extrémne nízkej teploty, alebo extrémne silného vetra po extrémnej námraze
- Kombinácie extrémnych meteorologických podmienok so seizmickými udalosťami

V dokumente Externé nebezpečenstvá boli hodnotené možnosti simultánneho výskytu rozličných kombinácií meteorologických javov, kde boli vykonané nasledovné závery :

- niektoré kombinácie extrémov meteorologických javov nie sú možné z dôvodov ich fyzikálnej podstaty.
- okrem účinkov kombinácie extrémne nízkej teploty so súčasným výskytom extrémne silného vetru, (eventuálne extrémne silného vetra po výskyte extrémnej námrazy),
- všetky vyššie uvedené kombinácie zaťaženi z externých meteorologických a seizmických rizík môžu byť vylúčené z analýzy z dôvodu nízkej pravdepodobnosti ich výskytu v lokalite MO34.

Kombinácia extrémne nízkej teploty so súčasným výskytom extrémne silného vetra, alebo extrémne silného vetra ihneď po výskyte extrémne silnej námrazy bola analyzovaná v kap. 07.02.03.02 so záverom, že táto kombinácia môže viesť k strate napájania z vonkajšej siete a k strate napájania vlastnej spotreby (ktorá nie je kategorizovaná ako systém dôležitý pre bezpečnosť). To môže viesť k udalosti *Strata vonkajšieho napájania z externej siete*, ktorá je všeobecne v projekte JE uvažovaná a v MO34 pre takúto udalosť existujú schválené prevádzkové predpisy.

Udalosť *Strata vonkajšieho napájania* bola analyzovaná tiež pravdepodobnostným prístupom v rámci PSA modelu. Výsledky podrobnej analýzy iniciačných udalostí sú zdokumentované v analýze externých rizík, Príloha 3. Celkový príspevok týchto iniciačných udalostí predstavuje v porovnaní s úplným poškodením aktívnej zóny, v dôsledku všetkých modelových udalostí a rizík len zanedbateľnú hodnotu 0,1% celkového rizika.

5.2.4.4.4 Blízke priemyselné, dopravné a vojenské objekty

Požiadavka:

V projekte je uvažovaný vplyv nebezpečných látok na bezpečnosť 3. a 4. bloku jadrovej elektrárne MO34.

- A. Projekt JE MO34 musí zahrňovať také technické a administratívne opatrenia na odolanie účinkom externých rizík ako sú vonkajšie požiare a výbuchy, oblaky horľavých výparov, toxické chemické látky – plyny, kontaminácia škodlivými tekutinami.

- B. Explózia môže byť vylúčená ako potenciálna iniciačná udalosť na základe bezpečnej vzdialenosti JE od zdrojov výbuchu alebo pri pravdepodobnosti jej výskytu menšej ako 10^{-6} za rok. Odolnosť stavieb JE musí byť známa pri definovaní bezpečnej vzdialenosti JE od zdroja (vyjadrenej dovoleným pretlakom na čele rázovej tlakovej vlny).

Na základe porovnania výsledkov účinkov potenciálnych explózií a odolnosti budov JE, pre explózie v intervale $2 \div 20$ kPa, môžu byť použité nasledovné bezpečné vzdialenosti JE od potenciálnych zdrojov explózií vylúčenie iniciačnej udalosti výbuchu :

- cestná preprava: 200 m - 1 500 m
- železničná preprava: 400 m - 3 000 m (pre jeden vagón)
- chemické závody: 1 000 m - 7 000 m

Plnenie:

Vzhľadom na to, že sa v okolí JE MO34 nevyskytujú žiadne vojenské objekty, v rámci PpBS kapitoly 07.02.03.02 sa analyzovali iba riziká vyplývajúce z prevádzky priemyselných a dopravných zariadení.

V rámci vplyvu blízkych priemyselných, dopravných a vojenských zariadení boli analyzované nasledovné potenciálne udalosti:

- Explózia s tlakovou vlnou a letiacimi úlomkami;
- Požiar s možnosťou tepelného zaťaženia alebo dymom (vrátane požiaru prírodnej vegetácie);
- Únik toxického pary alebo plynov;
- Kontaminácia škodlivými tekutými látkami.

ad a) Dopad výbuchov z externých zdrojov na JE, umiestnených mimo JE bolo riešené pre EMO12 ako referenčnú elektrárňu pre projekt MO34, v rámci BO EH03. Výsledok tejto analýzy dospeš k záveru, že žiadna explózia z externého zdroja mimo lokality JE MO34 nemôže presiahnuť záťaž vypočítanú pre PIU „Výbuch v sklade vodíka“, ktorý je umiestnený na území JE EMO12. Výsledky týchto analýz zostávajú platné aj pre JE MO34 a výbuch skladu vodíka je považovaný ako limitná udalosť (maximálne projektové zaťaženie spôsobené výbuchom) tiež v projekte MO34.

Táto udalosť pokrýva s dostatočnou rezervou tiež potenciál výbuchu zemného plynu ako aj výbušný prepravovaných v rámci územia JE Mochovce.

ad b) Potenciálne zdroje veľkých požiarov v širšom okolí JE Mochovce môžu byť hlavne priemyselné zariadenia, kde sú skladované horľavé látky, zariadenia pre skladovanie a prepravu plynu alebo ropných produktov a lesy. Efekty veľkých požiarov môžu nastať priamym pôsobením ohňa, vyžarovaním tepla alebo dymu. Počas analýzy boli brané do úvahy nasledovné potenciálne zdroje veľkých požiarov alebo dymu:

- Priemyselné zariadenia a potrubia,
- Cestná a železničná doprava
- Lesné požiare

Nasledovné závery boli odvodené z kapitoly PpBS 07.02.03.02:

Všetky priemyselné zariadenia v širšom okolí JE Mochovce, v ktorých sú skladované alebo manipulované horľavé látky (priemyselné závody, výrobné závody, plynovody, sklady paliva, ropovody) ako aj cestná doprava, ktorou môžu byť prepravované horľavé látky sú umiestnené v bezpečnej vzdialenosti od územia JE MO34. Preto nie je možný prenos plameňov alebo tepelného žiarenia na zariadenia JE Mochovce. Zadymenie, ktoré v prípade veľkých požiarov chemických závodov môže produkovať nebezpečnú toxicitu, nemôže byť definitívne vylúčené, avšak pri zohľadnení vzdialenosti týchto závodov nemôže koncentrácia toxického dymu alebo toxických plynov mať vplyv na bezpečnosť JE Mochovce. Účinky požiaru vzdialených lesných porastov môžu byť pocítené ako dočasné zadymenie územia JE Mochovce a iba ako zhoršenie podmienok pre dýchanie.

ad c) Potenciálne zdroje toxických výparov alebo plynov v širšom okolí JE MO34 sú najmä priemyselné objekty, kde sa skladujú toxické látky. Uvažované potenciálne zdroje toxických výparov alebo plynov braných do úvahy počas analýzy sú:

- priemyselné objekty
- cestná a železničná doprava

Nasledovné závery boli odvodené z kapitoly PpBS 07.02.03.02:

Najväčším potenciálnym zdrojom toxického znečistenia, kde sú skladované veľké objemy chemických látok, ktoré môžu spôsobiť nebezpečné znečistenie vzduchu do vzdialenosti 10 km leží približne 43 km od JE MO34. Toto je dostatočná vzdialenosť pre vylúčenie rizika ohrozenia bezpečnosti JE Mochovce. Relatívne malé množstvá chemických látok, ktoré sú skladované v objektoch nad 10 km od územia JE MO34 môžu predstavovať riziko iba pre obyvateľov v najbližšom okolí alebo pre personál zasiahnutého objektu.

Braním do úvahy druhy a objemy prepravovaných toxických látok, frekvenciu prepravy, vzdialenosti prepravných trás, reliéf terénu a prevládajúce meteorologické podmienky (hlavne smer prevládajúceho prúdenia vzduchu v uvažovanej lokalite), riziko ohrozenia personálu JE MO34 v dôsledku únikov toxických plynov počas dopravnej alebo železničnej nehody je zanedbateľné.

ad d) Potenciálne zdroje kontaminácie tekutinami v širšom okolí JE MO34 sú hlavne priemyselné objekty, kde sú skladované škodlivé látky, alebo objekty pre prepravu ropných produktov v blízkosti rieky Hron alebo vodného rezervoáru Veľké Kozmálovce, z ktorých sa škodlivé látky môžu dostať na územie JE Mochovce prívodom surovej vody v prípade nekontrolovaného šírenia. Počas analýzy boli uvažované nasledovné potenciálne zdroje kontaminácie škodlivými tekutinami:

- priemyselné objekty a potrubia
- cestná a železničná doprava

Nasledovné závery boli odvodené z kapitoly PpBS 07.02.03.02:

Skladovacie nádrže oleja v Hronskom Beňadikte sú najväčším priemyselným objektom s najväčším potenciálom znečistiť rieku Hron škodlivými tekutinami v širšom okolí Mochoviec. Poškodenie systému chladenia kontaminovanou surovou vodou v dôsledku únikov chemikálií do rieky Hron a tiež možnosť poškodenia chladiaceho systému JE únikom z ropovodu sú zanedbateľné.

Podobné závery boli vypracované v pravdepodobnostnom hodnotení bezpečnosti udalostí spôsobených ľudskou činnosťou, kde boli odvodené závery, že v okolí JE Mochovce sa nenachádzajú žiadne zdroje iniciačných udalostí, ktoré môžu mať za následok explózie, oblaky horľavých pár, úniky toxických látok, poškodenia zariadení na dodávku surovej vody, veľké požiare alebo kontamináciu škodlivými látkami, ktoré by mohli mať negatívny vplyv na bezpečnosť JE MO34.

5.2.4.4.5 Vonkajšie záplavy

Požiadavka:

V analýzach bezpečnosti sú posúdené hydrologické podmienky v lokalite a ich vplyv na bezpečnosť MO34 pre nasledujúce zdroje vonkajších záplav:

- Záplavy na Telinskom potoku
- Záplavy v povodí Hrona
- Záplavy pri prípadnom roztrhnutí priehrady
- Nádrže vodojemu surovej vody
- Záplavy v dôsledku extrémnych príválových dažďov

Plnenie:

Posúdenie možnosti zaplavenia areálu JE vodou z externých povrchových vodných zdrojov, akými sú potoky, rieky a vodné nádrže nachádzajúce sa v lokalite Mochovce a prípadne vplyvu na bezpečnosť prevádzky JE MO34 je uvedené v PpBS, kap. 07.02.03.02 a v dokumente PSA – Externé nebezpečenstvá, Príloha 3 Analýzy ohrozenia v dôsledku extrémnych prírodných podmienok. Predmetom analýz bolo posúdenie možnosti zaplavenia areálu JE vodou z nasledujúcich zdrojov :

- externých povrchových vodných zdrojov, akými sú potoky, rieky a vodné nádrže nachádzajúce sa v lokalite Mochovce
- a prípadne vplyvu na bezpečnosť prevádzky JE MO34 a posúdenie záplavy v areáli JE v dôsledku extrémnych zrážok (príválových dažďov alebo topiaceho sa snehu)

ad a) Základom pre posúdenie rizika potenciálnej záplavy z vonkajších povrchových vodných zdrojov bola analýza potenciálnych zdrojov záplav na základe aktualizovaných hydrologických údajov uvedených v správe SHMÚ, vyhodnotenie maximálnych záplav z okolitých vodných zdrojov, geografické údaje lokality a údaje o nadmorskej výške stavieb, systémov a komponentov v projekte MO34.

Vyhodnotenie možnosti zaplavenia areálu JE vodou z externých povrchových vôd v kapitole 07.02.03.02 je založené na porovnaní nadmorskej výšky areálu JE Mochovce (233,10 - 242,10 m n.m.) a nadmorskej výšky, v ktorej sa nachádzajú potenciálne rizikové vodné zdroje (maximálna prevádzková hladina vodného diela V. Kozmálovce je 175,0 m n.m.). V dôsledku podstatného rozdielu nadmorskej výšky areálu JE Mochovce a nadmorskej výšky, v ktorej sa nachádzajú

potenciálne rizikové vodné zdroje vyplýva záver, že bezpečnosť MO34 (jej stavieb, systémov a komponentov) nemôže byť ohrozená záplavami z vonkajších zdrojov. V blízkom okolí JE Mochovce sa nenachádzajú žiadne priehrady, ktoré by ani pri potenciálnom poškodení (zemetrasenie, úmyselné poškodenie) mohli ohroziť stavby, systémy a komponenty a teda ani bezpečnosť JE MO34.

ad b) Vyhodnotenie extrémnych prívalových dažďov bolo už vykonané vyššie v kapitole 05.02.04.04.02.

Nasledovné závery sú uvedené v citovanej kapitole: Bolo preukázané, že projekt zariadení pre ochranu pred extrémnymi zrážkami spolu s bezpečnostnými opatreniami, ktoré boli realizované dodatočne oproti pôvodnému projektu (úprava dažďových vpustí, odvodňovacieho systému striech, prahov dverí a odkvapov), poskytujú dostatočnú ochranu budov a systémov v nich umiestnených pred potenciálnymi následkami extrémnych zrážok, ktoré by sa mohli prejaviť vo forme zaplavenia objektov alebo preťaženia striech.

Systém dažďovej kanalizácie JE Mochovce bol navrhnutý tak, aby s dostatočnou rezervou odviezol zachytené zrážkové vody zo všetkých výškových úrovní do záchytnej nádrže, z ktorej vychádza kanalizačný zberač, ktorý ďalej odvádza zrážkové vody do rieky Hron.

Výsledky analýzy rizika bezpečnosti MO34 od vonkajších záplav v prípade roztrhnutia vodojemu 2x6000 m³ v areáli MO34 sú uvedené v dokumente PSA Externé nebezpečenstvá. Celkový príspevok iniciálnej udalosti od vonkajších záplav do CDF je rádovo 10⁻⁷/rok. V porovnaní s celkovým poškodením AZ v dôsledku všetkých udalostí a rizík tento výsledok do celkového CDF predstavuje hodnotu niekoľkých percent. Tento záver taktiež preukazuje, že projekt MO34 je schopný odolať vonkajším záplavám.

5.2.4.4.6 Sabotáž

Požiadavka:

Ochrana pred rizikom sa v JE MO34 má riešiť komplexnými systémami zabezpečenia, ktoré kombinujú technologické zariadenia a ľudský faktor.

Riziko sabotáže musí byť samostatne riešené v predpisoch fyzická ochrana jadrového zariadenia, čo je súbor technických, režimových alebo organizačných opatrení potrebných na zabránenie a zistenie neoprávnených činností s jadrovými zariadeniami, jadrovými materiálmi, špeciálnymi materiálmi a zariadeniami, pri nakladaní s rádioaktívnymi odpadmi, vyhoreným jadrovým palivom, pri preprave rádioaktívnych materiálov, ako aj neoprávneného vniknutia do jadrového zariadenia a vykonania sabotáže.

Základné požiadavky pre zabezpečenie fyzickej ochrany jadrových zariadení proti nepriaznivým aktivitám v Slovenskej Republike sú definované Atómovým zákonom č. 541/2004, Vyhláškou ÚJD SR č. 51/2006, ktorá stanovuje podrobnosti o požiadavkách pre zabezpečenie fyzickej ochrany. Bližšia špecifikácia vyššie uvedeného je stanovená v bezpečnostnom návode ÚJD SR BNS I.8.1/2005 - Specification of contents of the Preliminary physical protection and Physical protection plans.

Menované národné požiadavky sú v súlade s medzinárodnými odporúčaniami MAAE.

Plnenie:

Hodnotenie ochrany JE MO34 proti úmyselným činom sabotáže (ktorá má hlavne zaistiť ochranu pracovníkov, verejnosti a prostredia proti zámernému činu sabotáže) je daný v kapitole 07.02.03.02. Kvôli utajenému charakteru informácií spojených s ochranou JE, hodnotenie v kapitole 07.02.03.02 bolo zamerané na požiadavky na ochranu proti úmyselnému činu sabotáže.

Bezpečnosť JE predstavuje komplex integrovaných ochranných stratégií pokrývajúcí hlavne fyzickú ochranu, monitorovanie a kontrolu prístupu. Plnenie tejto stratégie je jednou z požiadaviek Atómového zákona. V súlade s ustanoveniami Atómového zákona je vypracovaný plán fyzickej ochrany pre lokalitu JE Mochovce, ktorá dokazuje do akého rozsahu systém fyzickej ochrany spĺňa požiadavky stanovené vyhláškou UJD SR č. 51/2006.

Plán fyzickej ochrany bol navrhnutý, aby zabezpečil:

- prístup do stráženej oblasti, chránenej oblasti a vnútornej oblasti iba povolaným osobám a vozidlám, ktoré majú vstup do oddelenej oblasti,
- že osoby, ktoré legitimovane vstupujú do stráženej, chránenej a vnútornej oblasti nebudú toto povolenie zneužívať,
- včasné odhalenie narušiteľov a spomalenie ich pohybov a umožnenie bezpečnostnému tímu ich zastaviť pred nepovoleným činom.

V zmysle legislatívnych požiadaviek na ochranu jadrových zariadení a materiálov v lokalite JE Mochovce je rozdelená na stráženu, chránenu a vnútornú oblasť, ktoré sú chránené fyzickými bariérami vybavenými s elektrickými a detekčnými systémami. V bariérach sú vybudované vchody pre vstup osôb, materiálov a vozidiel, ktoré sú kontrolované pre zamedzenie nepovolených prístupov do stráženej oblasti.

Z pohľadu ochrany JE MO34 proti úmyselným činom sabotáže boli všetky požiadavky splnené.

5.2.4.4.7 Úmyselný náraz malého lietadla

Požiadavka:

Podľa článku 43 Zmluvy EURATOM Európska komisia (EK) 15. júla 2008 vydala svoje stanovisko k projektu MO34 [II.51]. EK v uvedenom stanovisku odporučila investorovi, aby v tesnej spolupráci s vnútroštátnymi orgánmi vypracoval scenár zahŕňajúci deterministický účinok z externého zdroja (napr. náraz malého lietadla) a aby v projekte vyhodnotil a uplatnil vhodné dodatočné prvky, funkčný potenciál a stratégie riadenia na odolanie možným deterministickým účinkom z externého zdroja (napr. malý náraz lietadla spôsobený so zlým úmyslom).

Odporúčanie bolo transformované do požiadavky ÚJD na preukázanie schopnosti odolania MO34 blokov 3, 4 po úmyselnom náraze malého lietadla. V súlade s odporúčaním MAAE toto preukázanie schopnosti odolnosti elektrárne bude zamerané na preukázanie schopnosti bezpečného odstavenia elektrárne a zabezpečenia odvodu zvyškového tepla po úmyselnom náraze lietadla.

Plnenie :

Úmyselný náraz malého lietadla v projekte MO34 bol doplnený na základe odporúčenia Európskej komisie [II.51] ako projektová udalosť.

Výsledky deterministickej analýzy nárazu malého lietadla sú uvedené v osobitnej Prílohe č.2 k PpBS MO34. Najvýznamnejšie výstupy z týchto analýz sú nasledovné :

Pre riešenie následkov tejto udalosti bola na základe medzinárodne uznávaných dokumentov (napr. bezpečnostné štandardy MAAE NS-G-1.5 [II.23] a NSS No. 4 [II.60]) vypracovaná metodika hodnotenia zameraná schopnosť elektrárne plniť nasledovné bezpečnostné funkcie v prípade ak dôjde k úmyselnému nárazu malého lietadla na jadrové zariadenie MO34:

- Chránenie osobitne dôležitých bezpečnostných systémov a komponentov,
- Odstavenie reaktora,
- Udržiavanie bezpečných podmienok v odstavenom stave,
- Zabránenie významným únikom rádioaktívnych látok.

Podľa tejto metodiky boli vykonané analýzy následkov úmyselného nárazu lietadla v areáli JE MO34, ktorých cieľom bolo preukázať plnenie vyššie uvedených bezpečnostných funkcií. Analýzy boli vykonané celkom pre 12 stavebných objektov (ktoré sú dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti a ktoré boli vyhodnotené ako rizikové z hľadiska pádu lietadla). Bolo pri tom analyzovaných viac ako 60 konzervatívne vybraných nárazov lietadla.

Analýzy bezpečnosti nárazu lietadla na objekty boli v súlade s odporučeniami MAAE zamerané na:

- Primárne účinky (efekt projektilu):
 - Lokálne účinky (peniknutie, prerazenie, vytlačenie (oddrolenie, drvenie),
 - Celkové účinky projektilu (celkové porušenie konštrukcie dotknutej stavby),
 - Globálne účinky (indukované vibrácie konštrukčných prvkov a zariadenia dôležitého pre bezpečnosť).
- Sekundárne účinky (efekty rozptýleného paliva):
 - požiare,
 - explózie.

Analýzy radiačných následkov (vždy vtedy, ak bolo možné očakávať úniky rádioaktivity).

Ciele analýz boli dosiahnuté, pretože bola preukázaná schopnosť elektrárne JE MO34 bezpečne odstaviť elektrárňu a odvádzať zostatkové teplo z reaktora po každej takejto udalosti s nárazom lietadla (s tým, že boli navrhnuté a uskutočnené aj potrebné úpravy projektu JE MO34). Taktiež aj radiačné následky na obyvateľstvo od všetkých dotknutých prípadov boli nižšie ako limitné hodnoty ožiarovania platné pre projektové havárie na JE MO34.

5.2.5 Kritérium jednoduchej poruchy

Požiadavka:

V PpBS MO34 musí byť preukázané, že pri zaistení spoľahlivosti vykonávania bezpečnostných funkcií je systematicky uvažované s kritériom jednoduchej poruchy.

Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. v § 2, bod i) definuje kritérium jednoduchej poruchy ako schopnosť komponentu alebo systému zvládnuť jednu náhodnú poruchu, ktorá môže mať za následok stratu

schopnosti komponentu alebo systému plniť svoje bezpečnostné funkcie na ktoré je určený. Následné poruchy v dôsledku tejto jednoduchšej poruchy sa považujú za jej súčasť.

Plnenie:

Všetky bezpečnostné systémy (ochranné, výkonné a podporné) určené pre riešenie udalostí v kategóriách projektové havárie a prechodové procesy (t.j. tie, ktoré sú určené pre riadenie činností na 3. úrovni ochrany do hĺbky a sú považované za zaručené) sú vyprojektované tak, že plnia požiadavky kritéria jednoduchšej poruchy – využitím redundancií.

Kritérium jednoduchšej poruchy je systematicky aplikované pri analýzach projektových havárií a prechodových procesov v rámci kapitoly 07 PpBS.

Pre aplikáciu kritéria jednoduchšej poruchy v deterministických analýzach boli platné nasledujúce zásady:

- Kritérium jednoduchšej poruchy sa aplikuje na každý bezpečnostný systém, ktorého činnosťou ako zaručenou, sa uvažuje pri vykonávaní analýz bezpečnosti.
- Kritérium jednoduchšej poruchy sa aplikuje na bezpečnostnú skupinu, teda na ochranné bezpečnostné systémy, na výkonné bezpečnostné systémy a podporné systémy bezpečnostných systémov.

V etape prevádzky elektrárne pre zabezpečenie spoľahlivého výkonu bezpečnostných funkcií sú požiadavky na kritérium jednoduchšej poruchy premietnuté do Limít a podmienok bezpečnej prevádzky ako požadovaná konfigurácia SSK dôležitých pre bezpečnosť.

5.2.6 Princíp poruchy zo spoločných príčin

Požiadavka:

Projekt SSK dôležitých pre bezpečnosť, ktorých činnosť sa vyžaduje ako zaručená musí brať do úvahy možnosť poruchy so spoločnou príčinou.

Plnenie:

V projekte MO34 je uplatnený princíp prevencie pred poruchou so spoločnou príčinou v projekte systémov dôležitých pre bezpečnosť, ktoré sú ako ochranné bezpečnostné systémy, výkonné bezpečnostné systémy a podporné systémy bezpečnostných systémov. Okrem toho je v rozsahu riadenia bezpečnostných systémov voči poruche zo spoločných príčin odolné aj riadenie procesov z BD a ND.

Prevencia pred poruchou so spoločnou príčinou je v projekte MO34 premietnutá do nasledovných požiadaviek na dotknuté systémy a zariadenia:

a) Fyzická separácia

- separáciu vzdialenosťou, rozmiestnením, orientáciou, a pod.,
- separáciu bariérami,
- separáciu kombináciou vyššie uvedených metód.

b) Diverzita

V projekte MO34 je aplikovaná iba pre zabránenie poruchy so spoločnou príčinou v dôsledku poruchy softwaru v systémoch RTS/DRTS.

c) Funkčná nezávislosť redundancií

Funkčná nezávislosť technologických systémov, u ktorých je vyžadovaná odolnosť voči chybe zo spoločných príčin je zabezpečená tak, že každý redundantný podsystém je schopný vykonávať samostatne bezpečnostnú funkciu vyžadovanú v projekte od príslušného systému - nezávisle na ostatných redundantných podsystémoch.

Núdzová dozorňa je z hľadiska funkcií vykonávaných z dozorní je vyprojektovaná pre možnosť nezávisle na blokovej dozorni odstaviť reaktor, udržiavať odstavený stav a riešiť havarijné situácie.

5.2.7 Správna technická prax a prevádzkové skúsenostiPožiadavka:

V PpBS MO34 musí byť preukázané, že :

- a) systémy, konštrukcie a komponenty JE MO34 sú projektované podľa príslušných technických noriem a ich projekt je overený na podobných predchádzajúcich aplikáciách,
- b) systémy, konštrukcie a komponenty JE MO34 spĺňajú ciele spoľahlivosti z hľadiska jadrovej bezpečnosti,
- c) v projekte JE MO34 sú zohľadnené prevádzkové skúsenosti z obdobných JE.

Plnenie:

Pri projektovaní, výrobe a prevádzkovaní systémov, konštrukcií a komponentov v JE MO34 boli použité príslušné relevantné zákony, legislatívne predpisy, technické normy, odporúčenia výrobcov a bola využívaná aj spätná väzba z prevádzkovania iných elektrární.

V PpBS MO34 kapitola 02.01 Použité predpisy, normy a štandardy je uvedený zoznam príslušných predpisov, noriem a štandardov, ktoré určujú všeobecné a osobitné požiadavky na bezpečnosť, ktoré boli použité pri spracovaní projektu JE MO34. Predpisy sú hierarchicky členené na jednotlivé úrovne, ktoré obsahujú slovenskú legislatívu, základné predpisy, dokumenty orientované na jadrové procesy a komponenty, konvenčné predpisy a normy a iné podporné dokumenty.

Dodatočne bolo tiež uplatnené pre projekt MO34 hodnotenie WANO SOER (Significant Operating Experience Report) podľa smernice MO34, za účelom preverenia plnenia požiadaviek bezpečnej prevádzky JE MO34 metódou „lesson learnt“ na základe spätnej väzby z iných prevádzkovaných elektrární.

V kapitole PpBS 02.02 - Základné technické charakteristiky, v časti 02.02.04 - Hlavné modifikácie a zdokonaľovania sú uvedené modifikácie, zdokonaľovania a úpravy projektu MO34, vyplývajúce z robustného projektu (zaisťujúceho aktuálny rozvoj jadrových technológií), vysokých požiadaviek na kvalitu výrobcov, výstavby, spúšťania a skúseností z prevádzky rovnakého typu elektrárne (hlavne EMO12, EBO V2 a EDU). Tento proces taktiež umožňuje dosiahnuť spoľahlivosť.

Projekt MO34 bol v niektorých oblastiach zdokonalený počas vývoja vykonávacieho projektu, pre naplnenie vysokej úrovne spoľahlivosti jadrovej bezpečnosti. Proces projektových zmien je riadený cez zmenové riadenie MO34 a predložený dozornému orgánu.

Hlavné oblasti modifikácií a zdokonaľovania MO34 sú:

- Aktualizácia projektových opatrení pre rozsah riadenia podmienok rozšíreného projektu, nadväzne na haváriu vo Fukušime,
- Projektové opatrenia na zníženie interných a externých rizík (požiarna ochrana a VZT),
- Modifikácia zameraná na znižovanie rizika pri roztrhnutí potrubia prechádzajúceho kontajmentom s vysokým príspevkom k radiačným následkom,
- Modifikácie vychádzajúce z vnútorných procesov v SE OER (Operating Experience Report) založená na zlepšeniach z prevádzkovaných blokov.

Analýza a naplnenie cieľov spoľahlivosti z pohľadu jadrovej bezpečnosti je preukázané v dokumente „Analýza systémov“, kapitola PpBS 07.03 - Pravdepodobnostné analýzy a jednotlivých podkapitolách kapitoly PpBS 06 - Opis systémov JE a ich porovnanie s projektom.

V dokumente PpBS MO34 kapitola 09.10 Spätná väzba z prevádzkových skúseností sú uvedené všeobecné zásady uplatnenia prevádzkových skúseností, dokumentácia pre uplatňovanie spätnej väzby na MO34 v etape neaktívnych skúšok, spúšťania a v etape komerčnej prevádzky, uvedené sú zdroje bezpečnostných spätných väzieb z interných a externých skúseností.

SOERs a OERs boli náležite vzaté do úvahy pri tvorbe vykonávacieho projektu pre jeho vylepšenie boli brané do úvahy získané skúsenosti z iných podobných prevádzkovaných elektrární.

5.2.8 Výsledky výskumu v oblasti jadrovej bezpečnosti

Požiadavka:

Musí byť preukázané, že v projekte MO34 sa uplatňujú výsledky výskumných programov. Ak nie sú dostatočne overené projektové ciele, alebo funkcie, potom musí byť preukázaný dostatočne konzervatívny prístup k JB prostriedkami výskumných programov. Nový (modifikovaný) projekt musí byť testovaný pred jeho použitím pri prevádzkovaní.

Plnenie:

V projekte MO34 sa využívajú iba zariadenia s technológiou overenou v prevádzke. Pre kvalifikáciu vákuo-barbotážneho systému v kontajmente, ktorá bola zameraná na preukázanie jeho schopnosti plniť projektovanú funkciu počas projektových havárií bol Európskou Komisiou financovaný osobitný program PHARE Project 2.13/95. Úspešné výsledky tohto PHARE projektu boli premietnuté už v projekte EMO12 – a následne aj v projekte MO34.

Projekt elektrickej časti a projekt SKR sú založené na technológii overenej v iných projektoch: Systémy SKR dôležité pre bezpečnosť, ktoré využívajú technológiu TELEPERM XS, boli prevádzkovo overené na základe aplikácie tejto technológie na JE EBO V1, EBO V2 a na JE Pakš - bloky 1. až 4. Elektrická schéma elektrozariadení v projekte MO34 je založená na analogickej schéme, ktorá je v prevádzke v JE EMO12 a zmeny v schéme MO34 voči EMO12 sú dôsledkom inštalácie nových elektrických zariadení vyrobených na základe súčasnej technológie.

Stratégia IVR (in vessel retention – zadržanie kória vnútri tlakovej nádoby) bola zahrnutá do projektu MO34 na základe skúseností z aplikácie tejto technológie pre riadenie ťažkých havárií v projekte JE Loviisa vo Fínsku. Odlišné technické riešenie v projekte MO34 v porovnaní s riešením použitým v Loviise bolo umožnené najmä preto, lebo v šachte reaktora MO34 neboli nainštalované zariadenia. Technickú podporu pri vývoji zariadení určených na riadenie ťažkých havárií v projekte MO34 poskytla aj Európska Komisia, ktorá financovala projekty PHARE 94 Project 2.06 a PHARE 94 Project 2.07 – ktoré boli

zamerané na návrh a zhodnotenie možností riadiť pomery v atmosfére kontajnementu a na zaobchádzanie s vodíkom v kontajmente reaktorov typu VVER 440/V213.

Pasívne autokatalitické rekombinátory vodíka použité v projekte MO34 boli už inštalované v 17 krajinách. Finálne kvalifikačné testy tohto zariadenia boli vykonané v rámci programu Severe Accident Catalyst Test in Joint In-pile Severe Accident Research Program PHEBUS (FPT3), v ktorom boli testy vykonané s reálne roztaveným kóriom.

5.2.9 Havárie uvažované v projekte JZ

5.2.9.1 Základné východiská projektu a bezpečnostné ciele

Požiadavka:

Deterministický prístup pre oblasť bezpečnosti je prezentovaný v nasledovných principiálnych líniách :

1. Vytvorenie komplexného zoznamu postulovaných iniciačných udalostí interného pôvodu, ktoré sú klasifikované ako základné projektové stavy na základe ich odhadovanej frekvencie výskytu (pokiaľ sa dá vyhodnotiť) a podľa aktuálnej praxe iných podobných elektrární. Kategórie PIU sú:

Očakávaná udalosť (DB-T) je proces spôsobujúci odchýlku parametrov JE od normálnej prevádzky. Očakáva sa, že počas životnosti JE nastane raz alebo niekoľkokrát, pričom nevyvolá žiadne vážne poškodenie systémov ani zariadení dôležitých z pohľadu bezpečnosti a ani nepovedie k ešte vážnejšej havárii. Po jeho ukončení, resp. odstránení príčin a následkov je jadrová elektrárňa schopná normálnej prevádzky. Stredná frekvencia výskytu očakávaných udalostí väčšia ako $1 \cdot 10^{-2} \text{ rok}^{-1}$.

Projektová havária (DB-A) je taká udalosť, ktorá vyvoláva havarijné podmienky, pre ktoré je JE projektovaná podľa stanovených projektových kritérií a konzervatívnej metodiky, a pre ktoré úniky rádioaktívnych látok neprekročia ustanovené limity. Stredná frekvencia výskytu projektových havárií je od $1 \cdot 10^{-4} \text{ rok}^{-1}$ do $1 \cdot 10^{-2} \text{ rok}^{-1}$.

Podľa samostatného dokumentu táto skupina IU odpovedá kategórii Podmienky pre projektové havárie (DBC 3). V tomto dokumente je kategória DBC 3 rozdelená (analogicky s požiadavkami EUR [II.43] na DBC 3a - Podmienky pre projektové havárie s nízkou frekvenciou výskytu (Projektové podmienky 3 podľa EUR) a DBC 3b - Podmienky pre projektové havárie s veľmi nízkou frekvenciou výskytu (Projektové podmienky 4 podľa EUR). V súlade s praxou a legislatívou Slovenskej republiky sú pre bloky MO34 použité jednotné, termo-hydraulické kritériá pre celú kategóriu DBC 3, bez vnútorného delenia. Kritériá prijateľnosti pre analýzy radiačných následkov sú definované zvlášť pre DBC 3a a zvlášť pre DBC 3b (v tabuľkách tejto kapitoly je to uvedené len pre tie obálkové iniciačné udalosti, ktoré sú analyzované z hľadiska radiačných následkov).

Do skupiny projektových havárií sú zaradené aj havárie a očakávané prechodové procesy pre nevýkonové prevádzkové režimy, ktoré sú v nasledujúcej Tab. 5.2-6 označené **DB-SD**.

Nadprojektová havária je havária závažnejšia ako projektová havária alebo je to havária s viacnásobným zlyhaním (bezpečnostných systémov, obsluhy, ...), ktoré nebolo v projekte uvažované. Nadprojektová havária vedie k takým havarijným podmienkam, ktoré neboli v projekte uvažované (sú označované aj ako podmienky rozšíreného projektu) a môžu zahrňovať aj podmienky ťažkých havárií. Stredná frekvencia výskytu nadprojektových havárií je od $1 \cdot 10^{-6} \text{ rok}^{-1}$ do $1 \cdot 10^{-4} \text{ rok}^{-1}$.

Vybraná nadprojektová havária (BDB) je taká havária, s ktorej výskytom počas prevádzky projekt JE neuvažuje, ale je zvládnuteľná s použitím všetkých dostupných prostriedkov a opatrení uvažovaných v projekte a počas ktorej je zabránené závažnému poškodeniu jadrového paliva.

2. Výber udalostí v rámci každej kategórie tvorí obáľkovú projektovú udalosť, ktorá je dominantná nad udalosťami tej istej kategórie z pohľadu jej následkov, ktoré sú posudzované na základe akceptačných kritérií.
3. Deterministickými analýzami bezpečnosti a uplatnením kritéria jednoduchej poruchy, osobitne aplikácia kritéria jednoduchej poruchy pre systémy, ktoré vykonávajú bezpečnostné funkcie, je preukazovaná primeranosť redundancie využitej v projekte.

Všeobecne v rámci deterministického prístupu sa kritéria týkajú buď správania sa bariér alebo efektívnosti bezpečnostných funkcií. V praxi tieto kritéria zahŕňujú akceptačné kritériá ako sú napríklad kritériá súvisiace s palivom (napr. teplota pokrytia paliva a entalpia paliva) a so systémami (napr. teplota, tlak).

Vo väčšine havarijných podmienok je reaktor odstavený. Musí byť preukázané, že reaktor bude udržiavaný podkritický v ďalšom priebehu havárie po odstavení reaktora.

4. Požiadavky zamerané na definovanie súboru odporúčení a ohraničení pre bezpečnú prevádzku elektrárne vrátane musia byť v projekte MO34 zohľadnené v nasledovnom rozsahu :
 - ohraničenie procesných údajov a ďalších dôležitých parametrov,
 - nastavenia pre iniciáciu pôsobenia systémov pre výkon bezpečnostných funkcií,
 - požiadavky na údržbu, skúšky a kontroly, ktoré zabezpečia funkčnosť systémov, konštrukcií a komponentov počas ich projektovanej životnosti.
5. Projekt musí obsahovať dôkaz o minimalizácii citlivosti projektu na postulovanú inicializačnú udalosť.
6. Projekt musí obsahovať zoznam projektových havárií, ktorý musí byť odvodený od zoznamu postulovaných iniciačných udalostí, na účely stanovenia hraničných podmienok, podľa ktorých musia byť projektované systémy, konštrukcie a komponenty dôležité z hľadiska bezpečnosti.

Plnenie:

1. Základné východiská projektu a bezpečnostné ciele sú popísané v PpBS MO34 kapitola 07.02 Deterministické analýzy.

Pre účely analýz bezpečnosti a ich vyhodnotenie sa všetky postulované iniciačné udalosti zoskupujú do tried podľa spoločných znakov. V rámci tejto PpBS boli všetky IU zoskupené podľa vplyvu na degradáciu základných bezpečnostných funkcií a všetky skupiny postulovaných iniciačných udalostí sú uvedené v kap.07.02.

2. Iniciačné udalosti analyzované pre každú kategóriu PIU a pre každú skupinu iniciačných udalostí boli vybrané tak, aby boli dosiahnuté najnepriaznivejšie výsledky z hľadiska plnenia kritérií prijateľnosti. Pre kategóriu očakávaných udalostí a pre projektových havárií bol pre každé relevantné kritérium prijateľnosti vždy urobený výber počiatkových a okrajových podmienok, nastavenie bezpečnostných a poistných zariadení a bol aplikovaný princíp jednoduchej poruchy. Takto sa zabezpečí, že žiadna reálna udalosť s analogickým účinkom a rozsahom zlyhania zariadení a systémov nemôže mať horší priebeh vzhľadom na preverované kritérium prijateľnosti).

3. Cieľom deterministickej analýzy a jej vyhodnotenia je preukázať, že v priebehu daného procesu, ktorý vznikol následkom iniciačnej udalosti, nedôjde k narušeniu kritérií prijateľnosti ani pri uplatnení primeranej miery konzervatívnosti pri zostavovaní podmienok výpočtu v prípade iniciačných udalostí z kategórie očakávaných udalostí a projektových havárií, vrátane aplikácie kritéria jednoduchej poruchy. Minimálna účinnosť a redundancia bezpečnostných systémov bola použitá v analýzach bezpečnosti v tých prípadoch, kedy vedie k dosiahnutiu najnepriaznivejších parametrov z hľadiska plnenia kritérií prijateľnosti).
4. Pri projektovaní JE MO34 boli vypracované „Požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia 3. a 4. bloku JE MO34“, kde sú špecifikované požiadavky pre JE MO34 (t.j. ohraničenie procesných parametrov, nastavenie iniciácie pôsobenia bezpečnostných systémov a požiadavky na skúšky systémov a zariadení dôležitých pre bezpečnosť) pre normálnu prevádzku, abnormálnu prevádzku a projektové havárie. Predmetné požiadavky boli následne premietnuté do STD, kvalifikačných požiadaviek, projektových ohraničení na palivo („Jadrový projekt“, resp. „Termohydraulický projekt“) projektové ohraničenie na pracovné a ŽP, ktoré boli zohľadnené pri spracovaní prevádzkových predpisov (spolu s LaP, EOPs a SAMG). Preukázanie splnenia požiadaviek je uvedené v kap. 06 „Opis systémov JE a ich porovnanie s projektom“ tejto PpBS.
5. Dôkazy o minimalizácii citlivosti projektu na postulovanú inicializačnú udalosť sú uvedené v kap. 07.02 - Analýzy bezpečnosti. Metodika riešenia deterministických havárií je uvedená v kapitole 07.02.01.01.
6. Projekt MO34 obsahuje zoznam iniciačných udalostí, ktorý bol pred zahájením revíziou úvodného projektu, ktorý bol predložený a schválený ÚJD SR (Požiadavky na kvalitu jadrového zariadenia 3. a 4. bloku JE Mochovce (v kap. 2.3.1 dokumentu) schváleného Rozhodnutím ÚJD č. 136/2008 [II.47]). Zoznam iniciačných udalostí bol zosúladený a doplnený podľa odporúčení, ktoré sú uvedené v BNS I.11.1-2013 [II.65].
Pri analýzach bezpečnosti v projekte MO34 nebol uskutočnený výber obáľkových IU, ale havarijné analýzy boli vykonané pre všetky položky zoznamu IU.
Projektová schopnosť systémov z hľadiska bezpečnosti bola preukázaná na základe plnenia akceptačných kritérií konzervatívne vykonaných havarijných analýz.

5.2.9.2 Deterministické bezpečnostné analýzy očakávaných udalostí a projektových havárií

Požiadavka:

Existujúci rámec legislatívy Slovenskej Republiky vytvára principiálnu základňu pre stanovenie primeraných bezpečnostných úrovní elektrárne a pre ich schválenie na základe vyspelých deterministických analýz. Medzinárodná prax a odporúčenia medzinárodných agentúr sú brané do úvahy v rámci týchto analýz. Základné princípy definujúce prístup, realizáciu a aplikáciu výsledkov deterministických analýz sú načrtnuté v nasledovnom texte.

1. Deterministické bezpečnostné analýzy musia uvažovať postulované iniciačné udalosti schválené ÚJD v dokumente.
2. Každá iniciačná udalosť musí byť analyzovaná za účelom preukázania splnenia kritérií prijateľnosti, so zohľadnením všetkých následných porúch, vyplývajúcich priamo z iniciačnej udalosti s aplikáciou kritéria jednoduchej poruchy na systémy, ktoré vykonávajú bezpečnostné funkcie.

- a) Iniciačná udalosť a postulovaná nepohotovosť bezpečnostných systémov musí byť analyzovaná a v prípade ak to bude mať za následok zhoršenie dôsledkov havárie aj v kombinácii so stratou vonkajšieho napájania elektrárne (LOOP).
 - b) Súčasný výskyt viacerých iniciačných udalostí alebo súčasný výskyt internej iniciačnej udalosti spolu s externým rizikom nebude vo všeobecnosti zvažovaný, pokiaľ nie je preukázaná príčinná súvislosť.
3. Analýzy musia brať do úvahy plný rozsah podmienok normálnej prevádzky. Akceptačné kritériá pre bezpečnostné analýzy sú definované pre výkonovú prevádzku ako aj pre odstavený reaktor.
4. Iba bezpečnostné systémy sú považované za prevádzkyschopné pri analýzach udalostí kategórie DBC2 a DBC3 zameraných na dosiahnutie stavu studeného odstaveného reaktora (je požadované, aby zásah operátora nebol vykonaný po dobu 30 minút po iniciačnej udalosti). Ako konzervatívny prístup pri bezpečnostných analýzach sú použité nasledovné predpoklady o prevádzkyschopnosti systémov normálnej prevádzky:
- Prevádzkyschopnosť riadiaceho systému je v analýze uvažovaná, ak jeho správna funkčnosť spôsobuje nepriaznivý vývoj procesu z pohľadu skúmaného akceptačného kritéria;
- Prevádzkyschopnosť riadiaceho systému nie je bratá do úvahy, ak jeho správna funkčnosť spôsobuje priaznivý vývoj procesu vyhovujúco z pohľadu skúmaného akceptačného kritéria.
5. Pri vykonávaní bezpečnostných analýz sa využívajú teoretické modely, ktoré sú založené na uznávaných vedeckých prístupoch, a ktoré sú validované na základe primeraných experimentálnych údajov. Pri interpretácii experimentov musí byť venovaná pozornosť neurčitostiam podľa rozsahu očakávaných podmienok na elektrárni.
6. Deterministický bezpečnostný prístup vyžaduje zaistiť integritu bariér s adekvátnymi rezervami. Pri analýzach musia byť použité štandardné konzervatívne metodiky a prístupy, tak ako je požadované a doporučené slovenskou legislatívou, bezpečnostnými návodmi ÚJD SR a s využitím medzinárodných skúseností.
7. Krivky zvyškového rozpadového tepla musia byť vypočítané validovanými prostriedkami pre očakávaný typ paliva a záťažku zóny ako aj pre zónu po výmene paliva a vyvezenie validovaným prístupom. Údaje a postup výpočtu musia byť odôvodnené.
- Analýzy sú založené na konzervatívnych podmienkach. Zvyškový výkon však závisí od produktov štiepenia a to znamená, že závisí od typu paliva. Pre predpokladané palivo bude vypočítaný zvyškový výkon, naň bude aplikovaná štandardná odchýlka a takto stanovený zvyškový výkon bude aplikovaný v TH analýzach.
8. Kritérium jednoduchej poruchy a výskyt poruchy zo spoločnej príčiny musia byť uvažované v takom rozsahu, ako je to požadované a doporučené slovenskou legislatívou, bezpečnostnými návodmi ÚJD SR pre príslušnú kategóriu procesov a s využitím medzinárodných skúseností. Chyby operátora sa uvažujú pri definovaní rozsahu iniciačných udalostí, v priebehu riadenia havarijného procesu sa chyby operátora neuvažujú.
9. Okrem všeobecných požiadaviek na projekt uvedených v kap. PpBS 05.01.09.02 musí projekt splniť aj požiadavky dané Vyhl. ÚJD SR č. 430/2011 najmä Príloha č. 3, v ktorej sú uvedené nasledovné požiadavky na rozsah bezpečnostných analýz:

(1) Projekt musí zahŕňať analýzy odozvy jadrového zariadenia minimálne na tieto postulované iniciačné udalosti:

- a) malý, stredný a veľký únik chladiva primárneho okruhu,
- b) roztrhnutie hlavného parného potrubia a potrubia napájacej vody,
- c) zníženie prietoku chladiva cez reaktor,
- d) zvýšenie alebo zníženie prietoku napájacej vody,
- e) zvýšenie alebo zníženie prietoku pary,
- f) neočakávané otvorenie poistných ventilov kompenzátora objemu,
- g) neočakávané zapnutie systému havarijného chladenia aktívnej zóny,
- h) neočakávané otvorenie poistných ventilov parogenerátora,
- i) neočakávané zatvorenie hlavných parných armatúr na parovodoch parogenerátorov,
- j) roztrhnutie teplovýmenných rúrok parogenerátora,
- k) neriadený pohyb havarijných, riadiacich a kompenzačných kaziet,
- l) vystrelenie havarijných, riadiacich a kompenzačných kaziet,
- m) strata vonkajšieho elektrického napájania,
- n) havárie pri manipulácii s palivom,
- o) porucha normálneho dopĺňania primárneho okruhu,
- p) úniky chladiva z primárneho okruhu do vložených okruhov mimo hermetickej zóny,
- q) porucha odvodu tepla v režime dochladzovania prirodzenou cirkuláciou,
- r) porucha chladenia bazéna skladovania,
- s) pád bremena následkom zlyhania zdvíhacích zariadení,
- t) požiare, výbuchy a záplavy.

(2) Projekt musí zahŕňať analýzy odozvy navrhovaného zariadenia minimálne na tieto vonkajšie postulované iniciačné udalosti:

- a) nepriaznivé prírodné podmienky vrátane:
 - 1. extrémneho zaťaženia vetrom,
 - 2. extrémnej vonkajšej teploty,
 - 3. extrémnych zrážok a lokálnych záplav,
 - 4. extrémnych teplôt chladiacej vody a námraz,
 - 5. zemetrasení,
- b) náraz lietadla,

c) vplyv ľudskej činnosti a priemyselných aktivít vrátane výbuchov v blízkosti jadrového zariadenia.

Plnenie:

- Ad 1) Deterministické analýzy uvažovali s iniciačnými udalosťami uvedenými v požiadavkách na kvalitu a sú taktiež v súlade s požiadavkami uvedenými v [II.56]. Zoznam iniciačných udalostí je uvedený v PpBS kap. 07.02.01.01 a závery výsledkov vyhodnotenia bezpečnostných analýz sú uvedené v PpBS kap. 07.04.
- Ad 2) Všetky požiadavky (bod 2) boli aplikované pri analýzach bezpečnosti. Použitá metodika bezpečnostných analýz je uvedená v PpBS kap. 07.02.01.01 a pri analýzach boli použité požiadavky na iniciačné udalosti, ktoré sú uvedené v kap. 07.02.12 až 07.02.14 PpBS.
- Ad 3) V bezpečnostných analýzach bol uvažovaný úplný rozsah podmienok normálnej prevádzky. Iniciačné okrajové podmienky sú uvedené v PpBS, kap. 07.02.01.01. Primárne vstupné údaje pre vývoj výpočtových modelov ako aj pre jednotlivé scenáre v rozsahu kap. 07.02.01 sú uvedené v kap. 07.02.00. Akceptačné kritériá sú definované pre výkonovú prevádzku, ako aj pre odstavený reaktor a sú uvedené v PpBS, kap. 07.02.01.01.
- Ad 4) Všetky požiadavky (bod 4) boli uplatnené v bezpečnostných analýzach. Metodika použitá pre deterministické analýzy bezpečnosti je uvedená v PpBS kap. 07.02.01.01 a požiadavky použité pri analýzach iniciačných udalostí sú uvedené v kap. 07.02.12 až 07.02.14.
- Ad 5) Výpočtové programy použité pre bezpečnostné analýzy sú medzinárodne uznané programy. Popis výpočtových programov a vstupných dát do analýz sú uvedené v kap. 07.02.01.01. Validácia a verifikácia vstupných údajov je uvedená v QA dokumentácii VÚJE.
- Ad 6) Všeobecne konzervatívne metodiky a prístupy boli použité pre bezpečnostné analýzy iniciačných udalostí z kategórie prechodových udalostí a kategórie projektových havárií. Použitá metodika je uvedená v PpBS, kap. 07.02.01.01 a je v súlade s [II.56].
- Ad 7) Časové závislosti zostatkového výkonu boli určené na základe medzinárodne validovaného kódu SCALE 6. Výpočty zostatkového výkonu boli vykonané pre stacionárny cyklus s Gd-II palivom a pri nominálnom výkone 1 375 MW. Časová závislosť zostatkového výkonu po rýchlom odstavení reaktora bola pre nominálne hodnoty a aj pre konzervatívny prístup navýšená o 2σ .
- Ad 8) Všetky požiadavky boli aplikované pre bezpečnostné analýzy. Aplikácia kritérií jednoduchej poruchy, chyby zo spoločných príčin ako aj príspevok prevádzkového personálu v deterministických analýzach bezpečnosti sú uvedené v PpBS, kap. 07.02.01.01 a sú v súlade s [II.56]. Požiadavky (bod 8) boli použité pre analýzy iniciačných udalostí, ktorých výsledky sú uvedené v kap. 07.02.01.02 až 07.02.01.14.
- Ad 9) Jednotlivé skupiny iniciačných udalostí projektových havárií sú hodnotené v nasledujúcich kapitolách v rámci tejto PpBS:
- Poruchy reaktivity a zmeny rozloženia výkonu - kap. 07.02.01.02
 - Zníženie prietoku primárneho chladiva - kap. 07.02.01.03
 - Zvýšenie množstva chladiva v primárnom okruhu - kap. 07.02.01.04
 - Zvýšenie odvodu tepla z I.O. sekundárnym okruhom - kap. 07.02.01.05

- Zníženie odvodu tepla z I.O. sekundárnym okruhom - kap. 07.02.01.06
- Strata primárneho chladiva - kap. 07.02.01.07
- Úniky z primárnej na sekundárnu stranu parogenerátora - kap. 07.02.01.08
- Očakávané prechodové procesy bez odstavenia reaktora (ATWS) - kap. 07.02.01.09
- Tlakovo-teplotné šoky - kap. 07.02.01.10
- Termicko-hydraulická odozva kontajneru na projektové havárie - kap. 07.02.01.11
- Analýza radiačných následkov obálkových projektových havárií - kap. 07.02.01.12
- Úniky rádioaktivity zo systémov alebo komponentov - kap. 07.02.01.13
- Havárie a očakávané prechodové procesy pre nevýkonové prevádzkové režimy - kap. 07.02.01.14
- Analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti – kap. 07.02.03.01
- Analýzy bezpečnosti pre vonkajšie udalosti – kap. 07.02.03.02

Sumárne zhodnotenie analýz bezpečnosti je nasledovné:

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú podmienky požadované na zabezpečenie jadrovej bezpečnosti.

Kap. PpBS 07.02.01 obsahuje analýzy projektových havárií, ktorý je v súlade so zoznamom uvedenom vo Vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 na rozsah projektových havárií (a ktorý je uvedený aj v úvode tejto časti kapitoly). Metodika použitá pri vykonávaní analýz postulovaných iniciačných udalostí popísaná v kapitole 07.02.01.01 - Popis použitého prístupu je v súlade s požiadavkami uvedenými v kap. 05.01.08.02.

Plnenie požiadaviek č. 27 Rozhodnutia ÚJD SR č.267/2008:

Parametre a charakteristiky bezpečnostných systémov určených na zvládnutie projektových havárií použité v bezpečnostných analýzach aj pri konzervatívnom prístupe preukázali, že akceptačné kritériá boli splnené s rezervami – viď podrobnosti o výpočtoch v rámci bezpečnostných analýz v kapitole 07. Tieto systémy preukázali schopnosť riešiť projektové havárie.

5.2.9.3 Havárie v podmienkach rozšíreného projektu

Nadprojektové havárie (označované aj havárie v podmienkach rozšíreného projektu) sú rozdelené do dvoch skupín :

- vybrané nadprojektové havárie vrátane porúch nad rozsah porúch uvažovaných v základoch projektu, ktoré nemajú za následok tavenie aktívnej zóny reaktora,
- ťažké havárie – s poškodením aktívnej zóny reaktora.

5.2.9.3.1 Koncepcia analýz havárií v podmienkach rozšíreného projektu

Požiadavka:

Projekt MO34 musí zohľadňovať havárie v podmienkach rozšíreného projektu v súlade s vyhláškou UJD č. 430/2011. Cieľom analýz bezpečnosti havárií v podmienkach rozšíreného projektu je vyhodnotenie plnenia bezpečnostných cieľov projektu MO34 z hľadiska:

- rádiologických dopadov,
- frekvencie poškodenia AZ,
- frekvencie skorých veľkých únikov.

Plnenie:

Bezpečnostné analýzy (viď kap. 07 a Príloha PpBS MO34 - Odozva JE na následky ťažkých havárií) preukázali, že projekt MO34 spĺňa vyššie uvedené bezpečnostné ciele.

5.2.9.3.2 Všeobecné pravidlá hodnotenia havárií v podmienkach rozšíreného projektu

Požiadavka:

Pri analýzach havárií v podmienkach rozšíreného projektu z hľadiska ich vplyvu bezpečnosť budú použité nasledovné všeobecné pravidlá:

1. Nevyžaduje sa uplatnenie kritériá jednoduchšej poruchy.
2. Činnosť personálu elektrárne po iniciačnej udalosti sa nepovažuje za spoľahlivú:
 - po dobu 30 min, ak sa jedná o zásah z BD (táto požiadavka môže byť naplnená aj v súlade s odporúčením uvedeným v BNS I.11.1/2013),
 - počas prvej hodiny, ak sa jedná o zásah mimo BD.
3. Musí byť preukázaná schopnosť zariadení určených pre zmierňovanie následkov havárií v podmienkach rozšíreného projektu plniť svoju funkciu požadovanú počas priebehu havárie.
4. Systémy a zariadenia vyprojektované pre tento účel budú prioritne využité pre dosiahnutie kontrolovaného stavu počas havárií v podmienkach rozšíreného projektu. Okrem toho môžu byť použité aj ostatné zariadenia a systémy, aj nad rámec ich pôvodného (projektovaného) účelu použitia vrátane použitia predpisov a návodov na riadenie havárií.

Plnenie:

Metodika a výsledky hodnotenia vybraných nadprojektových havárií sú uvedené v PpBS MO34 kapitola 07.02.01.15 Vybrané nadprojektové havárie a metodika a výsledky hodnotenia ťažkých havárií sú uvedené v Prílohe PpBS - Odozva JE na následky ťažkých havárií.

Analýzy boli založené na realistickom prístupe (najlepší odhad) bez hodnotenia neurčitostí s približným vyhodnotením neurčitosti (napr. na základe analýz neurčitostí).

Pri hodnotení bezpečnosti v rámci licenčného procesu boli použité metódy a postupy podľa slovenskej legislatívy, podľa návodov UJD a medzinárodných skúseností.

Pri vyhodnutí vplyvu havárií v podmienkach rozšíreného projektu na bezpečnosť boli použité nasledovné všeobecné metodické pravidlá:

1. Nebol uplatňovaný predpoklad vzniku jednoduchšej poruchy v bezpečnostných systémoch.
2. Prvý efektívny zásah operátora sa uvažuje 30 min. po iniciácii havárie (znamená to, že operátor počas týchto 30 min. iba kontroluje príslušné predpisy pre riadenie havárií. Pri analýzach ťažkých

havárií, v prípade ak to bolo potrebné, bol využitý postup v súlade s odporúčením uvedeným v BNS I.11.1/2013).

3. Schopnosť zariadení určených pre zmierňovanie následkov havárií v podmienkach rozšíreného projektu plniť svoju funkciu počas/po havárii bola preukázaná. Táto schopnosť bola demonštrovaná na základe výsledkov analýz bezpečnosti.
4. Pre dosiahnutie kontrolovaného stavu elektrárne v prípade havárií v podmienkach rozšíreného projektu boli využité systémy a zariadenia pre riadenie ťažkých havárií a všetky ostatné použiteľné systémy v súlade s predpismi MO34 pre riadenie havarijných situácií (EOPS) a návodmi na riešenie ťažkých havárií (SAMG) – viď podrobnosti v PpBS kap. 09.03 - Prevádzkové predpisy.

Podrobnejší popis zásad pre vybrané nadprojektové havárie je uvedený v kap. 07.02.01.01.05.02 - Aplikácia metodiky pre vybrané nadprojektové havárie. Princípy platné pre spracovanie „špecifických“ inicializačných udalostí (napr. Vnútorne a vonkajšie riziká sú uvedené v kap. 07.02.03.01 a 07.02.03.02).

5.2.9.3.3 Vybrané nadprojektové havárie

Požiadavka:

V súlade s Vyhláškou ÚJD SR č. 430/2011 [II.4] a s odporúčeniami uvedenými v návode BNS I.11./2013 [II.47] boli do kategórie vybraných nadprojektových havárií zaradené všetky udalosti.

Plnenie:

Výsledky analýz vybraných nadprojektových havárií v rozsahu iniciačných udalostí sú uvedené v PpBS MO34 - kapitola 07.02.01.15 - Vybrané nadprojektové havárie.

5.2.9.3.4 Vybrané ťažké havárie pre projekt MO34

Požiadavky:

V projekte musia byť zahrnuté technologické zariadenia požadované na zvládnutie ťažkých havárií. Hlavný cieľ systémov a zariadení určených pre riadenie ťažkých havárií je obmedziť následky ťažkých havárií a minimalizovať úniky rádioaktívnych materiálov do vonkajšieho prostredia. Projekt technologických systémov a systémov kontajnementu určených pre riadenie ťažkých havárií musí zohľadňovať nasledovné hlavné vlastnosti:

1. zadržanie degradovanej aktívnej zóny vo vnútri tlakovej nádoby reaktora,
2. odvod tepla z vonkajšej steny tlakovej nádoby,
3. zachovanie integrity kontajnementa (riadením atmosféry v kontajnmente – s prihliadnutím na uvoľňovanie vodíka),
4. obmedzenie únikov rádioaktivity pod hraničné limity platné pre ťažké havárie.

Plnenie:

Prostriedky pre riadenie ťažkých havárií v projekte MO34, ktorými sa dosahujú vyššie popísané vlastnosti sú podrobne zhodnotené v rámci kapitoly PpBS 06.12.

Pre preukázanie dosiahnutia vyššie uvedených cieľov v projekte MO34 boli pri analýzach ťažkých havárií použité nasledovné systémy a zariadenia (vrátane SKR pre ťažké havárie) obsiahnuté v IVR stratégii implementovanej v projekte MO34:

- ad1 Systém drenáže barbotážnych žľabov, Systém pre zaplavenie šachty reaktora, Systém pre odtlakovanie reaktora,
- ad2 Systém pre zaplavenie šachty reaktora
- ad3 Systém sprchovania kontajnera určený pre ťažké havárie, Externý zdroj bórovanej vody, Systém rekombinátorov vodíka, Rušič vakuá
- ad4 Technologické systémy uvedené vyššie v položke ad3 a návody na riadenie ťažkých havárií (SAMG)

Vyhodnotenie následkov ťažkých havárií je uvedené v Prílohe PpBS - Odozva JE na následky ťažkých havárií.

5.2.10 Ďalšie všeobecné požiadavky a kritériá

5.2.10.1 Ochrana proti požiaru

Požiadavka:

Na základe konceptu požiarnej bezpečnosti projekt musí spĺňať:

- požiadavky Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 príloha č. 3, časť B,I, odsek I Ochrana pred požiarom,
- požiadavky Vyhlášky ÚJD SR č. 430/ 2011 príloha č. 3, časť B, II, odsek G,
- požiadavky Zákona č.314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarom v znení neskorších predpisov,
- odporúčenia MAAE uvedené v bezpečnostnom návode NS-G-1.7 [II.52]

Plnenie:

Zabezpečenie ochrany pred požiarom vychádza z dôsledného uplatňovania prístupu „ochrany do hĺbky“, ktorá vo vzťahu vyššie uvedeným požiadavkám vytvára tieto tri úrovne tzv. bariéry:

1.bariéra - Prevencia - opatrenia, ktoré majú v čo najvyššej miere zabrániť vzniku požiaru.

2.bariéra - Detekcia a represia - systémy identifikácie, ohlásenia a hasenia požiaru - majú zabezpečiť, aby požiar, ktorý vznikne aj napriek preventívnym opatreniam (1. bariéra), bol identifikovaný a ohlásený bezprostredne po svojom vzniku, a aby boli k dispozícii prostriedky k jeho rýchlemu uhaseniu resp. k potlačeniu.

3. bariéra - Zabránenie šíreniu požiaru - využitie požiarne deliacich konštrukcií, ktoré zabráňujú šíreniu neuhaseneho požiaru (napriek bariéram 1 a 2) mimo požiarneho úseku tak, aby nebolo ohrozené plnenie základných bezpečnostných funkcií jadrovej elektrárne:

- zabezpečenie bezpečného odstavenia reaktora a jeho bezpečné udržanie v odstavenom stave,
- zabezpečenie odvodu zvyškového tepla z aktívnej zóny reaktora po jeho odstavení,
- zabezpečenie obmedzenia únikov rádioaktívnych látok tak, aby akékoľvek úniky neprekročili stanovené limity.

Cieľom riešenia ochrany pred požiarom pre MO34 bolo zabezpečiť rovnováhu medzi všetkými tromi uvedenými bariérami požiarnej ochrany (úrovňami ochrany do hĺbky).

Podrobnosti o použitých predpokladoch pri rozpracovaní koncepcie požiarnej ochrany MO34, odpočet plnenia špecifických požiadaviek platnej legislatívy v SR, odporučení ÚJD SR [II.45] a taktiež aj odporučení MAAE [II.52] pre zabezpečenie požiarnej ochrany MO34 sú uvedené v Kapitole 06.09 - Ochrana proti požiarom tejto PpBS.

Projekt MO34 zaisťuje ochranu do hĺbky v prípade požiarov a splodín horenia. Zariadenia významné pre bezpečnosť sú navrhnuté tak, aby bolo dosiahnuté zabránenie požiarov a minimalizácia následkov splodín horenia; identifikácia, signalizácia a hasenie; ako aj lokalizácia (nešírenie) požiarov, ktoré neboli uhasené. V projekte sú navrhnuté nehorľavé materiály, materiály, ktoré nešíria oheň a konštrukcie s dostatočnou odolnosťou voči požiaru.

5.2.10.2 Dozorne

Požiadavka:

Podľa Vyhl. ÚJD SR č. 430/2011 Z.z., Príloha č. 3 - Dozorne [II.4] koncepcia riešenia DB a ND v projekte MO34 má spĺňať nasledovné požiadavky:

- 1) Jadrové zariadenie musí byť vybavené prevádzkovou dozornou (ďalej len „dozorňa“), odkiaľ je možné jadrové zariadenie bezpečne a spoľahlivo kontrolovať a ovládať.
- 2) Dozorňa sa musí projektovať tak, aby z hľadiska ochrany zdravia zamestnancov pri práci umožňovala prístup, bezpečný a zdravotne vyhovujúci pobyt aj za havarijných podmienok. V projekte musia byť zahrnuté ergonomické princípy vrátane rozhrania človek - stroj.
- 3) Projekt musí zabezpečiť identifikáciu vnútorných aj vonkajších udalostí priamo ohrozujúcich nepretržitú prevádzku dozorne a navrhnúť opatrenia na čo najúčinnnejšie obmedzenie ich vplyvu.
- 4) Jadrové zariadenie sa musí projektovať tak, aby sa zabezpečila možnosť odstavenia a udržiavania jadrového zariadenia v bezpečnom stave, aj keď sa dozorňa stane nepoužiteľnou. Príslušné zariadenie, prednostne umiestnené v jednej miestnosti, musí byť fyzicky a funkčne oddelené od dozorne (ďalej len „núdzová dozorňa“).
- 5) Dispozičné rozmiestnenie prístrojov a spôsob prezentácie informácií musia poskytovať primeraný celkový obraz o stave a prevádzkových charakteristikách jadrového zariadenia.
- 6) Všetky zariadenia, ktoré sú potrebné v procese ručného ovládania, musia byť umiestnené na takom mieste, aby k nim bol možný prístup pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke, projektových haváriách, vybraných nadprojektových havárií a v primeranej miere aj počas vybraných ťažkých havárií.
- 7) Projekt musí obsahovať zariadenia, ktoré účinným spôsobom poskytnú vizuálne a zvukové indikácie stavu parametrov prevádzky, ktoré sa odchyľili od normálu a môžu mať vplyv na jadrovú bezpečnosť.

Plnenie:

Bezpečnostné hodnotenie vykonávacieho projektu MO34 v časti BD je uvedené v kapitole 06.05.07 tejto PpBS a hodnotenie vykonávacieho projektu v časti ND je uvedené v kapitole 06.05.08 tejto PpBS. Hodnotenie ľudského faktora z hľadiska ovládania zariadenia MO34 z BD a ND je vykonané v osobitnej kapitole PpBS, kap 05.06 - Ľudské faktory centier riadenia a ovládania.

Požiadavky na funkciu dozorní, ktoré uvedené v kap 05.01.09.02 PpBS boli v projekte MO34 uplatnené v súlade so špecifickými požiadavkami podľa platnej legislatívy a s prihliadnutím aj na odporúčenia MAAE

podľa bezpečnostného návodu MAAE NS-G-1.3 Systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť jadrových elektrární [II.11].

Stručné závery hodnotenia projektov BD a ND MO34 sú nasledovné:

- (1) Blokové dozorne na JE MO34 umožňujú bezpečne a spoľahlivo kontrolovať a ovládať zariadenia a prevádzku ich blokov.
- (2) Bezpečnosť práce a ochrana zdravia zamestnancov na BD a ND MO34 je zaistená dodržaním odpovedajúcich projektových požiadaviek na interiér takýchto stavieb, najmä pre osvetlenie, klimatické podmienky a ergonomické normy pre rozmery a rozmiestnenie zariadení v dozorniach počas normálnej aj havarijnej udalosti.
- (3) Ochrana nepretržitej prevádzky BD pred nepriaznivými vplyvmi seizmicity, vetra a víchrice, ako aj letiacich predmetov je zaistená kvalifikáciou stavebného objektu, ktorého súčasťou je aj BD. Ochrana pred vniknutím nebezpečných látok je zaistená pretlakovou ventiláciou a filtráciou vzduchu na BD.
- (4) V prípade nedostupnosti BD kvôli vnútorným príčinám, projekt MO34 má pre každý blok vybudované núdzové dozorne, ktoré sú fyzicky a funkčne oddelené a z ktorých sa dá odstaviť a udržiavať v bezpečnom stave odpovedajúci blok JE MO34. ND plní aj vyššie zmienené požiadavky v b. 1.,2.,3.
- (5) Pre prezentáciu prehľadných informácií o celkovom stave bloku sú na BD inštalované dva veľkoplošné displeje, na ktorých si operátor môže zobrazovať vybrané parametre z celej elektrárne. K tomu je každé pracovisko vybavené obrazovkami PICS systému, cez ktoré sú operátorovi poskytované stále, jasné, prehľadné a ucelené informácie o stave zariadení bloku.
- (6) Oznamovacie a ovládacie zariadenia pre ručné riadenie sú umiestnené na paneloch SICS a sú dobre dostupné obslužnému personálu BD pri všetkých projektových režimoch prevádzky bloku.
- (7) Realizovaný alarmový systém na paneloch SICS a samostatne vyčlenených displejoch PICS poskytuje náležitú vizuálnu aj zvukovú indikáciu stavu parametrov prevádzky, ktoré sa odchýlili od normálu a môžu mať vplyv na jadrovú bezpečnosť.

Zariadenia BD a ND sú vyprojektované v súlade s požiadavkami na zaistenie spoľahlivosti dodržaním požadovanej kategorizácie, odolnosti voči jednoduchej poruche, redundancie, diverzifikácie, separácie a opatrení na zabránenie výskytu porúch zo spoločnej príčiny a napokon aj fyzickej ochrany.

Po navolení ovládania z ND posádkou BD je riadenie bloku možné aj z ND.

V prípade ťažkých havárií, keď nie je možné zaručiť obývateľnosť BD je priebeh havárie možné, kontrolovať (poskytovať informácie) a riadiť z HRS.

5.2.10.3 Bezpečnostné systémy a systémy kontroly a riadenia

5.2.10.3.1 Bezpečnostné systémy

Požiadavka:

Projekt MO34 musí byť vybavený bezpečnostnými systémami (ochrannými, výkonnými a podpornými) určenými pre projektové havárie, ktoré sú schopné zabrániť porušeniu aktívnej zóny, zabrániť únikom

rádioaktivity nad dovolený limit do vonkajšieho prostredia a uviesť aj jadrové zariadenie do bezpečného odstaveného stavu.

Bezpečnostné systémy a ich komponenty musia byť pravidelne skúšané a kontrolované, aby sa odhalila každá degradácia, ktorá by mohla viesť k poruchovému stavu bezpečnostných systémov, alebo k nesprávnej činnosti bezpečnostných systémov. Činnosť bezpečnostných systémov má byť iniciovaná automaticky alebo musí preukázať, že je k dispozícii dostatočná doba pre ich ovládanie personálom.

Hodnotenie projektu bezpečnostných systémov má preukázať, že neexistujú vzájomné interakcie s ďalšími nezávislými systémami, ktoré by nežiadaným spôsobom mohli ovplyvniť ich činnosť.

Plnenie:

Zoznam bezpečnostných systémov projektu MO34 je uvedený v ÚP „Vybrané zariadenia - fyzické bariéry, bezpečnostné systémy, systémy so vzťahom k bezpečnosti a stavby JE MO34 dôležité pre bezpečnosť“.

Bezpečnostné systémy sú rozdelené na:

- ochranné bezpečnostné systémy
- výkonné bezpečnostné systémy
- podporné bezpečnostné systémy

Projektové opatrenia na dosiahnutie spoľahlivosti bezpečnostných systémov

Pre dosiahnutie spoľahlivosti bezpečnostných systémov sú v projekte MO34 uplatnené nasledovné zásady:

- Kritérium jednoduchej poruchy riešené redundanciami

Porucha so spoločnou príčinou (CCF) je riešená:

- fyzikálna separácia
- diverzita (aplikovaná iba vo vybraných prípadoch)
- nezávislosť redundancií včítane ich podporných systémov (napr. elektrické napájanie, SKR, VZT atď.).

Z hľadiska zabezpečenia kvality sú pre jednotlivé zariadenia bezpečnostných systémov (aj pre všetky vybrané zariadenia do úrovne BT III - včítane) vypracované plány kvality. Tieto sú spracované pre všetky etapy životnosti zariadenia - od procesu návrhu až po údržbu a prevádzkové kontroly. Plány kvality sú vypracované podľa §6 Vyhl. ÚJD SR č. 431/2011 Z.z.[II.6].

Pozn.: Pre zariadenia zaradené do BT IV sa plány kvality nevypracovávajú. Pre tieto zariadenia sa vypracovávajú analýzy ich možného vplyvu na vybrané zariadenia zaradené do vyšších bezpečnostných tried.

Postup preukazovania plnenia požiadaviek na kvalitu vybraných zariadení (t.j. aj zariadení bezpečnostných systémov) je predpísaný v §8 Vyhl. ÚJD SR č. 431/2011 Z.z. [II.6].

Hodnotenie dosiahnutia spoľahlivosti bezpečnostných systémov v projekte MO34 je zdokumentované v kapitolách tejto PpBS.

5.2.10.3.2 Systémy SKR

Požiadavka:

SKR spolu s ostatnými zariadeniami elektrárne musí prispievať k zaisteniu dobrej výkonnosti z hľadiska výroby energie pri dodržiavaní prijateľnej úrovne bezpečnosti v zmysle vyrovnania sa s predpokladanými udalosťami a haváriami. Využívaním moderných technológií spojených s inteligentným rozhraním človek-stroj a účinného riadenia elektrárne sa dá očakávať vysoká spoľahlivosť a pohotovosť elektrárne.

Legislatívne požiadavky na SKR pre projekt MO34 podľa Prílohy č. 3, časť B, I, písm. F Vyhl.č.430/2011:

- (2) Projekt musí obsahovať opatrenia na automatickú iniciáciu činnosti potrebného bezpečnostného systému, ak je potrebná rýchla a spoľahlivá reakcia na postulovanú iniciačnú udalosť, aby sa predišlo prechodu do vážnejšieho stavu, ktorý by mohol ohroziť nasledujúcu úroveň ochrany do hĺbky.
- (3) Projekt musí umožniť ručnú iniciáciu systémov alebo iné zásahy vybraných zamestnancov potrebné na diagnostikovanie stavu jadrového zariadenia a na jeho včasné uvedenie do stabilného dlhodobého stavu odstávky za predpokladu, že potreba zásahu bude odhalená včas a že sú definované príslušné postupy na zabezpečenie spoľahlivosti takých zásahov, pričom musí obsahovať primerané prístrojové vybavenie na monitorovanie stavu jadrového zariadenia a ovládacie prvky na ručné ovládanie týchto systémov.

Plnenie:

Legislatívne požiadavky na SKR vychádzajúce z Prílohy č. 3, časť B, I, písm. F sú plnené nasledovne:

- (2) Požiadavka na automatickú iniciáciu činnosti bezpečnostných systémov je uvedená v požiadavkách na kvalitu bezpečnostných systémov (zatriedené v BT II) uvedené v dokumente „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“, (v tab. č. 1-4). Pre 4. blok je požiadavka na iniciáciu automatickej činnosti systémov uvedená v dokumente Zoznam vybraných zariadení pre 4. blok MO34 - textová časť.
Podrobnosti o požiadavkách na iniciáciu jednotlivých bezpečnostných systémov sú uvedené v kap. 06.05 „Systémy kontroly a riadenia“ tejto PpBS.
- (3) Ručná iniciácia systémov a plnenie ostatných požiadaviek bodu (3) Prílohy č. 3, časť B, I, písm. F Vyhl. č. 430/2011 sú preukázané:
 - kap. 06.05.07 „Bloková dozorňa“
 - kap. 06.05.08 „Núdzová dozorňa“
 - kap. 06.05.09 „Havarijné podporné strediská - HPS“

Popis a projektové charakteristiky systémov SKR

Systémy SKR sú zaradené do všetkých úrovní ochrany do hĺbky, umožňujúce správne zvládnutie všetkých prevádzkových stavov elektrárne.

Do 1. úrovne ochrany do hĺbky sú zahrnuté systémy, ktoré udržiavajú reaktor v bezpečnom stave. Do tejto úrovne sú zaradené:

- 1) Prevádzková diagnostika primárneho okruhu - účelom systému prevádzkovej diagnostiky je nepretržité monitorovanie technického stavu určených technologických zariadení, snímanie a vyhodnocovanie zvolených technologických parametrov za účelom poskytnutia včasného varovania pred vznikom anomálie.
- 2) MS-A, MS-B, MS-C sú potrebné na monitorovanie únikov z I.O. a zabezpečujú včasné varovanie. Sú rozdelené nasledovne:
 - HUMON (MS-A) - systém monitorovania únikov z I.O. na princípe merania vlhkosti
 - DAKEL XEDO (MS-B) - systém monitorovania únikov primárneho média na princípe merania emisie ultrazvuku
 - RAMON (MS-C) - systém sledovania únikov chladiva I.O na princípe kontinuálneho merania aktivity vybraných rádionuklidov prítomných v atmosfére hermetickej zóny
- 3) PCS (PAS a SAS) – prostredníctvom PCS sa získavajú všetky merané hodnoty a informácie o stave procesu a sú riadené všetky relevantné aktuátory. Hodnoty získané z procesu sú zobrazované v blokových dozorníach prostredníctvom PICS (viď nižšie).
- 4) Regulátory I.O. sú implementované v systéme SAS a PAS. PCS (PAS a SAS) umožňuje riadiť zariadenia primárneho okruhu počas normálnej prevádzky a ak je k dispozícii aj počas abnormálnych a havarijných podmienok
- 5) Regulátory II.O. - Podľa príslušnosti k technologickému systému sú vlastné regulačné obvody II.O. realizované v systéme SAS alebo PAS.
- 6) INCORE - Základným určením SVRK je kontrola vývinu energie a rozloženia teploty v aktívnej zóne reaktora a kontrola tepelného výkonu aktívnej zóny v rozsahu úrovni výkonu od 10 do 110% nominálneho výkonu
- 7) Chemický monitorovací systém - CHDIS je chemický diagnostický a informačný systém. Účelom chemického monitorovacieho systému CHDIS je zabezpečiť monitorovanie chemických režimov
- 8) RRCS - Systém ovládania kaziet HRK (RRCS) je určený pre reguláciu a zastavenie štiepnej reakcie v aktívnej zóne reaktora v závislosti na riadiacich signáloch. Regulácia štiepnej reakcie sa realizuje pohybom regulačných kaziet HRK v aktívnej zóne
- 9) RCS - Regulátor reaktora RCS je určený na reguláciu výkonu reaktora v súlade s výkonom turbogenerátorov
- 10) TCS - Systém je určený na riadenie turbíny
- 11) PICS - Účelom systému PICS je poskytnúť operátorom v reálnom čase informácie o stave JE vo forme procesnej grafiky, poruchových hlásení, trendov a zobrazovať informácie umožňujúce ovládanie a riadenie príslušných systémov. Je postavený v úplnom súlade s kritériami HMI.

Do 2. úrovne ochrany do hĺbky sú zahrnuté systémy, ktoré majú za úlohu limitovať zásahy ochranných systémov. Do tejto úrovne je zaradený RLS.

- 12) RLS - Úlohou RLS je riešiť vybrané abnormálne situácie (detegované na základe prekročenia vybraných medzných hodnôt) prostredníctvom obmedzenia resp. znižovania výkonu reaktora tak, aby

sa predišlo pôsobeniu RPS. Systém RLS je realizovaný ako trojkanálový s fyzicky oddelenými nezávislými kanálmi.

Do 3. úrovne ochrany do hĺbky sú zahrnuté systémy, ktoré majú za úlohu riadiť projektové havárie za účelom dosiahnuť stabilné a prijateľné pohavarijné podmienky. Do tejto úrovne patria:

- 13) Systém rýchleho odstavenia reaktora (RTS) a (DRTS) vrátane BREAKRov – zabezpečujú rýchle odstavenie výkonu reaktora okamžite prispievajú k znižovaniu výkonu reaktora okamžitým vyslaním signálu AO1 do RTB po detekcii jeho neprípustných odchýlok od bezpečného stavu.
- 14) Systém aktivácie technických prostriedkov zaistenia bezpečnosti (ESFAS) - tento systém spúšťa havarijné chladenie reaktora, znižovanie tlaku kontajneru, izolácia kontajneru a uvedenie do prevádzky rôznych podporných systémov primárneho a sekundárneho okruhu (v prípade podchladzovania, malá, stredná a veľká LOCA s pretlakom v hermetickej zóne) a okrem toho podáva záložný signál AO1 do RTB.
- 15) EXCORE - definuje výkon reaktora a periódu. V prípade zistenia neprijateľných odchýlok neutrónno-fyzikálnych parametrov od bezpečného stavu, EXCORE generuje AO1 do RTB. Okrem toho vydáva imitačný signál do RRCS a komunikuje s PAMS.
- 16) Seizmický monitorovací systém (SMS) - poskytuje hodnoty horizontálneho a vertikálneho zrýchlenia pre vyššie opísané systémy a vysiela AO1 signál do RTB v prípade, že dovoľené hodnoty úrovne zrýchlenia sú prevyšované.
- 17) PAMS- slúži na monitorovanie dôležitých parametrov bloku JE v podmienkach projektových havárií. PAMS je navrhnutý ako redundantný systém (3x100%)

Požiadavky na takéto systémy sú, aby boli schopné vykonávať ich funkcie tiež v prípade poruchy so spoločnou príčinou. Preto sú vo všeobecnosti projektované ako trojredundantné.

RTB je projektovaný ako redundantný systém (RTB A a RTB B) pre ktorý je zaistená fyzická a funkčná nezávislosť. Hardvérová časť BREAKER-ov pochádza od dvoch rôznych výrobcov.

Do 4. úrovne ochrany do hĺbky sú zahrnuté systémy, ktoré majú za úlohu monitorovať a riadiť nadprojektové havárie, t.j.:

- 18) SAMS - slúži na monitorovanie parametrov, ktoré sú potrebné pre implementáciu opatrení na riadenie ťažkých havárií a pre manuálne ovládanie potrebných akčných orgánov. Pre SAMS nie je požadovaná redundancia.
- 19) SICS - Účelom systému je zabezpečiť rozhranie so systémami SKR. SICS zabezpečuje prostriedky HMI (rozhranie človek-stroj) potrebné na vykonávanie monitorovania a manuálneho riadenia.

Do 5. úrovne ochrany do hĺbky sú zahrnuté systémy potrebné na predchádzanie a zmiernenie následkov nadprojektových havárií a ich dopadov na životné prostredie. HRS patrí do tejto úrovne.

V závislosti od ich zaradenia do úrovne ochrany do hĺbky sú systémy odpovedajúco zatriedené do bezpečnostných tried (pozri ďalší odsek).

Systémy SKR MO34 sú postavené na platformách, ktorých hardvérová výkonnosť je adekvátne ich bezpečnostnej klasifikácii. Software pre bezpečnostné systémy prechádzajú riadnym validačným a verifikačným programom.

Všetky riadiace miesta (BD, ND, SD) sú postavené berúc do úvahy plnenie ergonomických a kognitívnych požiadaviek rozhrania človek - stroj dovoľujúc operátorom mať kompletný a rýchly prehľad a porozumenie stavu elektrárne. HMI v MO34 tiež navádza kognitívny proces operátorov pri identifikovaní a riešení komplexných situácií (viď PpBS kap. 05.06).

Podrobné hodnotenie každého vyššie uvedeného SKR systému je uvedené v príslušnej časti kapitoly 06.05 PpBS.

5.2.10.3.2.1 Bezpečnostná a seizmická kategorizácia systémov SKR

Požiadavka:

Pri zatriedovaní systémov SKR do kategórií musí byť zadefinovaný rozsah zariadení SKR a ich dôležitosť pri zabezpečovaní plnenia bezpečnostných funkcií pri normálnych a havarijných podmienkach a aj v prípade seizmickej udalosti v lokalite. Následne po kategorizácii systémov SKR sú definované požiadavky na kvalifikáciu systémov a komponentov podľa skladby a umiestnenia tak, aby boli rešpektované havarijné podmienky prostredia a seizmického zaťaženia.

SKR systémy určené pre riadenie ťažkých havárií musia byť zatriedené minimálne do bezpečnostnej triedy BT III.

Podrobné požiadavky na bezpečnostnú kategorizáciu systémov SKR sú uvedené v kapitole 05.01.

Plnenie:

Systémy SKR MO34 sú klasifikované s použitím:

- 1) Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 (50/2006 podľa platnosti)
- 2) Norma IEC 61226
- 3) Norma MAAE NS-G-1.6

Požiadavky pre seizmickú kategorizáciu SKR systémov počas projektovania a konštrukcie boli aplikované v projekte MO34 v súlade s postupmi a normami definovanými v požiadavkách na kategorizáciu. Seizmická kategorizácia SKR zariadení je vykonávaná v súlade s dokumentom „Kategorizácia vybraných zariadení – textová časť“ a výsledná seizmická kategorizácia SKR zariadení je uvedená v dokumente – Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia blokov 3 a 4 – textová časť.

Kategorizácia bezpečnostne významných systémov a zariadení (vrátane SKR) je popísaná a hodnotená v kapitole PpBS 05.03 Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried.

Proces kvalifikácie pre vybrané zariadenia tiež uvažuje environmentálne podmienky, ktorým príslušné systémy musia odolávať. V kvalifikačnom procese sú taktiež podľa potreby uvažované EMC a starnutie.

Bezpečnostná kategorizácia podľa Vyhl. č. 430/2011 Z.z. (50/2006)

Zatriedenie SKR systémov vrátane SKR pre ťažké havárie do bezpečnostných tried podľa tejto vyhlášky ÚJD je uvedené v PpBS kap. 05.03.

Klasifikácia podľa IEC 61226

Systémy kontroly a riadenia (SKR) sú z hľadiska požiadaviek normy IEC 61226 - „Jadrové elektrárne - systémy SKR dôležité pre bezpečnosť - klasifikácia“ rozdelené na kategórie A, B, C nasledovne:

- v kategórii **A** sú zatriedené najdôležitejšie ochranné bezpečnostné systémy dôležité pre bezpečnosť
- v kategórii **B** sú zatriedené prevádzkové ochranné a riadiace systémy so vzťahom k bezpečnosti
- v kategórii **C** sú zatriedené prevádzkové monitorovacie a riadiace systémy so vzťahom k bezpečnosti, ktoré majú iba podpornú funkciu
- systémy SKR ktoré nie sú dôležité pre bezpečnosť nepodliehajú klasifikácii podľa IEC 61226.

Zatriedenie systémov SKR vrátane SKR pre ťažké havárie sú z hľadiska požiadaviek normy IEC 61226 je uvedené v kap. PpBS 06.05.

Seizmická kategorizácia zariadení SKRPožiadavky:

Systémy a zariadenia SKR musia byť zaradené do seizmických kategórií 1a, 1b, 2a and 2b v súlade s požiadavkami uvedenými v kap. 05.01.01.02.

Plnenie:

Seizmická kategorizácia systémov a zariadení dôležitých pre bezpečnosť (vrátane SKR) je hodnotená v PpBS, Kapitola 05.03 - Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried.

Požiadavky pre bezpečnostnú kategorizáciu systémov SKR pri projektovaní a výstavbe boli uplatnené v projekte MO34 v súlade s predpismi a normami definovanými v požiadavkách na kategorizáciu. Seizmická kategorizácia zariadení SKR je vykonaná v zmysle metodiky uvedenej v dokumente – Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť a výsledky seizmickej kategórie SKR sú uvedené v prílohe č. 1 tohto dokumentu.

5.2.10.3.2.2 Kvalifikácia systémov SKRPožiadavka:

Vybrané zariadenia a systémy SKR podľa Vyhl. ÚJD SR č.430/2011 Z.z. (50/2006) a spĺňajúce kritériá podľa STN IEC 61226 v kategóriách A, B, C musia spĺňať všetky požiadavky na funkčnosť, výkonnosť, spoľahlivosť, odolnosť voči prostrediu, zaistenie kvality a riadenie kvality. Kvalifikácia musí byť preukázaná na konkrétne podmienky prostredia a prevádzky MO34.

Pre systémy SKR určené pre riadenie ťažkých havárií musí byť preukázaná schopnosť plniť požadovanú funkciu počas ťažkej havárie.

Podrobné požiadavky na kvalifikáciu systémov SKR sú uvedené v kapitole 05.01.

Plnenie:

Kvalifikácia vybraných zariadení SKR bola vykonaná na základe požiadaviek Vyhlášky ÚJD č. 431/2011 nasledovnými metódami:

- pre systémy kontroly a riadenia klasifikované do BT II na základe možnej realizovateľnosti boli použité metódy:
 - o typová skúška,
 - o prevádzková skúsenosť,
 - o deterministická analýza.
- pre systémy kontroly a riadenia klasifikované do BT III sa pri ich kvalifikácii použili nasledovné metódy:
 - o typová skúška,
 - o prevádzková skúsenosť,
 - o analýza,
 - o kombinácia predchádzajúcich metód.
- pre systémy kontroly a riadenia klasifikované do BT IV, ktoré môžu ovplyvniť SKR zariadenia klasifikované ako BT II, III sa pri ich kvalifikácii postupovalo ako pri kvalifikácii vybraných zariadení SKR BT III.
- pre systémy kontroly a riadenia klasifikované do BT IV, ktoré nemôžu ovplyvniť SKR zariadenia klasifikované ako BT II, III sa akceptovala kvalifikácia na úrovni komerčného štandardu.

Kvalifikácie zariadení SKR je vyhodnotená v PpBS MO34, Kapitola 06.05 - Systémy kontroly a riadenia.

Pre zariadenia SKR určené na zvládnutie ťažkej havárie namiesto komplexnej kvalifikácie bolo vykonané preukázanie, že toto zariadenie je schopné plniť požadovanú bezpečnostnú funkciu počas príslušnej fázy ťažkej havárie - ako je popísané v kap. 05 dokumentu Podmienky prostredia počas scenárov ťažkých havárií.

5.2.10.4 Vonkajšie systémy elektrického napájania

5.2.10.4.1 Vyvedenie výkonu

Požiadavky:

Z pohľadu požiadavky Vyhl. ÚJD č.430/2011 Z.z , príloha č. 3, časť II. „Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom“ bod I) musí projekt splniť nasledovné požiadavky (jedná sa o požiadavky na jeden jadrový blok):

Projekt musí mať pre systémy dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti k dispozícii tieto zdroje energie:

- 1) pracovné napájanie z hlavého generátora
- 2) dva rôzne sieťové zdroje z rôznych rozvodní veľmi vysokého napätia
- 3) núdzové zdroje napájania z autonómneho zdroje umiestneného na území jadrového zariadenia - DG.

Projekt s niekoľkými blokmi v jednej lokalite musí ďalej zabezpečiť, že:

1. každý blok bude mať svoj vlastný zdroj núdzového napájania (každý reaktorový blok má svoje DG, jeden pre jeden bezpečnostný systém)
2. každý blok bude mať svoju vlastnú hlavnú sieťovú prípojku pre vyvedenie výkonu, ktorá je funkčne oddelená od ostatných, pričom sú zrušené všetky vzájomné väzby,
3. ak je použitá spoločná rezervná prípojka, jej výkon musí byť dostačujúci pre súčasné spustenie všetkých blokov (tu je dôležité uvažovať i súčasné odstavenie reaktorových blokov).

Plnenie:

Vyššie uvedené požiadavky sú plnené v ďalšom texte.

Hlavné požiadavky pripojenia MO34 na elektrizačnú sieť obsahuje hore uvedená Vyhláška ÚJD SR, ako aj technické normy pripojenia, prístup a prevádzku prenosnej sústavy (TP SEPS). Následne, sú požiadavky a princípy zapracované do úvodného projektu MO34 a správne zapracované vo vykonávacom projekte (viď. kapitolu 06.06 tejto PpBS):

Požiadavky:

1. Systém vyvedenia výkonu a RNVS je klasifikovaný ako SNB (nie je zaradený do BT podľa Vyhl. 50/2006 Z.z.). Avšak správna funkcia systému je dôležitá v rámci hĺbkovej ochrany v elektrickej časti (zabránenie iniciácie systémov BS a SVB) a pre predchádzaniu porúch iných zariadení.
2. Systémy elektrického napájania sa musia projektovať tak, aby vonkajšie a vnútorné poruchy rozvodu čo najmenej ovplyvňovali prevádzku. Projektové riešenie VV preto musí byť v rozumnej dosiahnuteľnej miere navrhnuté tak, aby bolo odolné proti poruchám vzniknutým mimo JE aj vnútri JE a samo nebolo zdrojom porúch, ktoré by mohli ovplyvniť susedné bloky JE a vonkajšiu sieť. To znamená predovšetkým:
 - 2.1 Schéma vyvedenia výkonu musí byť projektovaná tak, aby na rozumnú mieru minimalizovalo prenos porúch medzi sieťou a jadrovou elektrárnou a medzi blokmi jadrovej elektrárne.
 - 2.2 Pri poruche (skratu) v sieti a na prípojniciach sieťovej rozvodne (V. Ďúr) a zlyhania ľubovoľného vypínače môže dôjsť len k výpadku takého výkonu, ktorý je pre prenosovú sústavu prípustný (pri ktorom sa prenosová sústava udrží v stabilnom chode). V žiadnom prípade nesmie dôjsť k úplnému odstaveniu elektrárne.
 - 2.3 Prenosová schopnosť vedenia spájajúcu rozvodňu V. Ďúr s prenosovou sústavou musí zaisťovať stabilné vyvedenie výkonu i pri jednoduchých výpadkoch zariadenia. Pritom je treba uvažovať poruchy a revízne stavy liniek (včítane dvojitého vedenia), rozvodne a elektrárne.
3. Schopnosť práce bloku pri odchýlkach U a f v sieti s obmedzením danými podmienkami bezpečnosti jadrového bloku, technickými pravidlami zapojenia do siete a vlastnosťami strojnej časti.
4. Schopnosť bloku a siete udržať stabilitu pri poruchách v sieti (riešenie ochrán, regulácie, režimových a systémových automatík, vzájomná koordinácia prevádzkových a plánovaných revízných stavov v sieti 400kV, 110kV na v JE).

5. Schopnosť prevádzky do ostrovnej siete. Z hľadiska MO34 je to zachovanie stability prevádzky pri ostrovných režimoch siete hlavne príspevkom k bezpečnosti. Jedná sa poskytovanie aktívnej podpornej služby (pomocou siete vyregulovať nerovnováhu výkonu) a pasívnej podpornej služby (odopnutia od siete pri dosiahnutí medzných elektrických (U , f), a technologických parametrov, zregulovanie na VS, zachovanie schopnosti bloku k opätovnému prifázovaniu k sieti).
6. Schopnosť zregulovania a dočasnej prevádzky na VS.
7. Schopnosť poskytovania podporných služieb pre prenosovú sústavu.

Plnenie:

ad 1): Systém VV a RNVS nie je zaradený medzi VZ podľa Vyhl. č. 50/2006 Z.z. vid' kap. 5.3 tejto PpBS.

ad 2.1): Systém elektrického napájania vlastnej spotreby a vyvedenia výkonu MO34 je súčasťou celkovej elektrickej schémy elektrárne, ktoré je riešené tak aby plnilo všetky požiadavky SEPS, a.s. (vrátane minimalizácie prenosu porúch medzi sieťou a jadrovou elektrárnou) pre pripojenie do ES „Technické podmienky prístupu a pripojenia, pravidiel prevádzkovania prenosovej sústavy“ [II.55]. Schéma napájania vlastnej spotreby a vyvedenia výkonu pre 3. a 4. blok spĺňa túto podmienku. Bližšie vid' NPP Mochovce 3,4 Schéma vlastnej spotreby a vyvedenia výkonu 400 kV/110kV/6 kV/0,4 kV.

ad 2.2) Skraty v sieti vyvedenia výkonu, včítane vývodových liniek z rozvodne V.Ďúr do prenosovej sústavy, sú vypínané základnými aj rezervnými ochranami v časoch zaisťujúcich stabilitu prevádzky turbosústrojenstva (TS) a podmienky bezpečnosti bloku. Oneskorenie ochrán nie je vyššie než 1 s.

1. Pri skratoch v prenosovej sústave sa prevádzková schéma VV blokov MO34 nemení, ak je zachovaná stabilita TS. Poruchy sú likvidované vypnutím sieťových vypínačov. Zachovanie stability TS priamo nepostihnutého poruchou sa predpokladá aj v nasledujúcich režimoch.
2. Pri skrate na prípojniciach R400 kV V. Ďúr vypínajú ochrany blokový vypínač (UCB) 400kV v tejto rozvodni. Blok je odopnutý od siete, TS regulujú svoj výkon na VS bloku.
3. Pri skrate na blokovej linke 400 kV vypínajú ochrany blokový vypínač (UCB) a aj obidva vývodové vypínače generátorových blokov (OCB). TS regulujú svoj výkon na VS napájanou zo svojho ANT.
4. Pri skrate na blokovom transformátore, odbočkovom transformátore a zapuzdrených vodičoch 15,75 kV alebo 6,3k V jedného generátorového bloku vypínajú ochrany príslušný OCB a generátorový vypínač (GCB). VS postihnutého ANT stráca pracovné napájanie a je prepnutá pomocou ARZ 6kV na RNVS. Nepostihnutý generátorový blok pokračuje v práci do siete 400 kV.
5. Skrat na generátore znamená vypnutie jeho GCB. Vlastná spotreba postihnutého generátorového bloku zostáva napájaná z ANT. Nepostihnutý generátorový blok pokračuje v práci do siete 400kV.
6. Bližšie hodnotenie maximálnych hodnôt skratu je v samostatnom dokumente.

ad 2.3) Prenosová schopnosť vedení medzi V. Ďúrom a SEPS zabezpečuje stabilné vyvedenie výkonu aj pri jednoduchých poruchách a údržbe. Bližší popis plnenia tejto požiadavky je uvedený v kap.06.06 tejto PpBS.

ad 3) Pri poklese napätia v sieti vyvedenia výkonu a PNVS, ktorý spôsobí súčasný pokles napätia na treťom a štvrtom bloku 6kV normálneho napájania vl. spotreby bloku, napájaných v danom okamžiku z odbočkových tráf na hodnotu $0,8U_n$ po dobu 1,5 sek. sa podáva povel na vypnutie blokového vypínača 400kV (UCB). V prípade, že po odopnutí UCB 400kV napätí na uvedených sekciách 6kV nestúpne nad $0,8 U_n$, povel na vykonanie AZR 6kV z PNVS na RNVS s časovým oneskorením 0,5 sek.

Odchýlky frekvencie v sieti 400kV vyhodnocuje sieťová frekvenčná ochrana z napätia na vstupe blokovej linky do elektrárne.

- a. Pri odchýlke frekvencie v prenosovej sústave väčšej než $\pm 200\text{mHz}$ zostáva blok pripojený do siete a prepína sa do ostrovnej prevádzky.
- b. Pri odchýlke frekvencie v prenosovej sústave väčšej než pásmo 47,5 – 51,5 Hz sa blok s nastaveným časovým oneskorením odpája od siete blokovým vypínačom 400kV (UCB). Blok a jeho pracujúce TS regulujú na vlastnú spotrebu.

Prevádzka generátorov v primeranom rozsahu napätia a frekvencie je daná nepretržitou prevádzkou turbogenerátora pre rozsah U a f. Bližší popis je uvedený v kap. 06.06 tejto PpBS.

ad 4) Účinok el. porúch v JE, ich vplyv na vyvedenie výkonu a systém rezervného napájania je analyzovaný a vyhodnotený v dokumente „Vyhodnotenie systému vyvedenia výkonu a rezervného napájania“.

ad 5) Bloky MO34 sú schopné meniť svoj výkon automaticky v ostrovnej prevádzke v závislosti od odchýlky frekvencie od jej menovitej hodnoty. Bloky sú teda schopné na pokyn dispečingu meniť svoj výkon tak, aby sa mohli podieľať na regulácii frekvencie oddelenej časti ES na hodnotu určenú pre prífázovanie do ES.

Prevádzka ostrovného režimu sa zabezpečuje z prostriedkov SKR v blokovej dozorne, kde sú sústredené príslušné ovládacie a informačné prostriedky. Riadenie prevádzky alternátora je zabezpečené hlavne riadiacim systémom, reguláciou a automatikou alternátora, turbíny a bloku. Požiadavka na schopnosť prevádzky v ostrovnom režime je daná nielen požiadavkou uvedenou v b. 5), ale hlavne z požiadavky SEPS, a.s. (viď Technické podmienky prístupu a pripojenia, pravidlá prevádzkovania prenosovej sústavy časť C [II.55]. Tieto podmienky MO34 spĺňa, pričom medzné hodnoty pre podmienky ostrovného režimu sú uvedené v bode 3. opatrenia a postupy pri odchýlke frekvencie siete sú uvedené v časti D [II.55], kap. 04.01.06.04.

ad 6) Táto požiadavka vyplýva z požiadavky SEPS, a.s. v časti B dokumentu [II.55], ktorá platí všeobecne pre všetky elektrárne bez rozdielu zdroja primárnej energie. Požiadavka na automatické zregulovanie na vlastnú spotrebu má byť na dobu minimálne 2 hodiny.

Bloky MO34 túto podmienku spĺňajú.

ad 7) Poskytovanie niektorých podporných služieb MO34 je dané predovšetkým schopnosťami strojnej a jadrovej časti. Časť elektro v spolupráci s SKR je schopná zaistiť primárnu a sekundárnu reguláciu U a Q v rámci vonkajšej siete ako aj ostatné požiadavky.

5.2.10.4.2 Rezervný zdroj napájania

Požiadavky na RNVS nadväzujú na požiadavky na schému VV uvedené vyššie. Požiadavky na schéma VV označené 1 a 2 zostávajú v platnosti. Pre systém RNVS sa dopĺňajú nasledujúce požiadavky:

Požiadavky:

1. Zdroj RNVS musí byť schopný nahradiť pracovné zdroje napájania vlastnej spotreby za normálneho aj abnormálnej prevádzky bloku a pri vzniku havarijných podmienok na bloku. Táto schopnosť musí byť zaistená aj pri jednoduchých výpadkoch zariadení na JE aj vo vonkajšej sieti. Pritom je treba uvažovať poruchy aj revízne stavy liniek VVN (včítane dvojitého vedení), rozvodní VVN, transformáciu aj zariadení elektrárne. Plánované prevádzkové a revízne stavy JE a vonkajšej siete musí byť vzájomne skoordínované.

Poznámka : V súlade aj s projektom EMO12 sa za zdroj RNVS bloku považuje: jeden AT 400/110kV, príslušné vedenie a rozvodné zariadenia 110kV medzi AT a AST, jeden transformátor AST 110/6,3kV a príslušná časť rozvodu VS.

2. Z hľadiska zdrojov a liniek vo vonkajšej sieti VVN musí mať zaistené požiadavky a funkcie RNVS pre EMO prioritu pred zabezpečením distribúcie v regióne.
3. Systém RNVS jadrovej elektrárne EMO1 až 4 musí mať nasledujúcu výkonnosť, ktorá sa týka predovšetkým potrebnej skratovej tvrdosti a výkonovej rezervy:

3.1 Každý z AST musí byť schopný zaistiť samonabehnutie pohonov bloku A pri automatickom záskoku napájania R6kV z pracovného na rezervné napájanie. AST je pritom predbežne zaťažený výkonom zodpovedajúcim záťaži jedného odbočkového transformátoru iného bloku B v normálnej prevádzke. Zdroj RNVS je zaťažený obvyklým výkonom distribúcie 110kV (ďalej označené ako „Kapacita 1,5 bloku“).

3.2 Systém RNVS EMO1 až 4 musí byť schopný zaistiť samonabehnutie pohonov pri súčasnom automatickom záskoku R6kV dvoch ľubovoľných blokov z pracovného na rezervné napájanie na dvoch ľubovoľných AST (na každom z AST prebieha záskok jedného bloku). Transformátory AST pritom môžu byť predbežne zaťažené. Dovoľená celková veľkosť predbežného zaťaženia RNVS JE musí byť určená kombináciou záťaží a prevádzkových režimov jednotlivých blokov. Zdroj RNVS je navyše zaťažený obvyklým výkonom distribúcie 110kV.

4. Zdroje RNVS v rámci EMO1 až 4 musia mať schopnosť vzájomného zálohovania pri zachovaní „kapacity 1,5 bloku“.
5. Transformátory AST musia mať reguláciu napätia pod zaťažením.
6. Zdroje RNVS nemôžu nadmerne zvyšovať hladinu skratových prúdov v sieti vlastnej spotreby (za medzu v sieti 6kV sa považuje hladina 50kA/125kA).

7. Schéma VV a zapojenie RNVS do elektrizačnej sústavy musí podporovať dlhodobé preventívne a zmierňujúce opatrenia proti ťažkým haváriám. Schéma musí minimalizovať riziko úplnej straty väzby elektrárne na ES zo spoločnej príčiny a podporovať možnosť podania napájania z náhradného striedavého zdroja AAC umiestneného mimo elektrárne.

Plnenie:

- ad 1) Schopnosť správnej funkcie RNVS v podmienkach ochrany do hĺbky je analyzovaná. Táto analýza preukázala, že koncepcia ochrany do hĺbky je splnená. Zdroje pre RNVS boli vyhodnotené v samostatnom dokumente pre normálnu prevádzku a aj počas údržby s pozitívnymi výsledkami.
- ad 2) Prioritná distribúcia pre RNVS JE je z vonkajšej siete 110 kV ako časť dohody medzi prevádzkovateľom JE a SEPS, a.s.
- ad 3.1, 3.2) Schopnosť zaťažovania linky 110kV spolu so stratou normálneho napájania, poklesy napätia ako aj nastavenie ochrán systémov sú uvedené v samostatnom dokumente. Výkonová kapacita a skraty a v rôznych režimoch elektrizačnej sústavy 110 kV bude určená na základe nových analýz vykonaných pre hodnotenie vyvedenia výkonu z EMO. Táto analýza sa bude zohľadňovať stavy vysokého napätia, odchýlky napätia a frekvencie vo vonkajšej sieti a výsledných možností napájania vlastnej spotreby z náhradného zdroja.
- Schopnosť re-akcelerácie pohonov jedného bloku pomocou už zaťaženého rezervného transformátoru a schopnosť zdroja RNVS zabezpečiť prenos z PNVS do RNVS ktorýchkoľvek dvoch odbočkových transformátorov (už zaťaženého zaťažením jedného transformátora vlastnej spotreby) je preukázaná v samostatnom dokumente.
- ad 4) Zdroje RNVS majú schopnosť vzájomného zálohovania aj pri zachovaní „kapacity 1,5 násobku bloku“. Táto požiadavka je naplnená variabilitou projektu rezervných rozvodní, rezervných zberníc a rezervných prívodov do rozvádzača 6 kV 3. kategórie.
- ad 5) AST majú prepínač s odbočkami $\pm 8 \times 2\%$ na 110 kV strane. AST sú trojfázové olejové trojvinuťové transformátory vonkajšieho vyhotovenia, regulovateľné pod zaťažením. regulácia transformátora je odporová, prepínaním odbočiek v uzle vinutia 110 kV. Jej ovládanie je možné diaľkovo cez motorový pohon alebo núdzovo ručne.
- ad 6) Skratové prúdy sú dané v samostatnom dokumente, ktoré preukazujú, že odolnosť zariadení voči skratu je dostatočná. Hodnotenie hladiny skratového prúdu od zdrojov RNVS je hodnotené v samostatnom dokumente.
- ad 7) Schopnosť projektu minimalizovať riziko spoločnej príčiny prepojenia JE s externými systémami bola preukázaná analýzou hodnotenia vyvedenia výkonu EMO. Zapojenie MO34 do elektrizačnej sústavy je riešené v súlade s dokumentom SEPS, a.s. - Technické podmienky prístupu a pripojenia, pravidiel prevádzkovania prenosovej sústavy [II.55]. Projektové opatrenia prevencie a potlačenia ťažkých havárií sú riešené v rámci kap. 06.06 tejto PpBS. Minimalizácia úplnej straty väzby na ES zo spoločnej príčiny je riešená v schéme vlastnej spotreby a vyvedenia výkonu blokov 3. a 4. blokovým usporiadaním v oblasti VV, PNVS a RNVS. Tým je aj zaistená podmienka vzájomného

oddelenia blokov MO34. Projekt MO34 je vybavený náhradným striedavým zdrojom AAC, ktorý je umiestnený mimo elektrárne a taktiež umožňuje prijať napájanie z externého AAC.

5.2.10.5 Vnútorne systémy elektrického napájania

5.2.10.5.1 Napájanie vlastnej spotreby

Popis požiadaviek

Koncept elektrickej schémy je vypracovaný na základe nasledovných požiadaviek a zásad, ktoré vyplynuli z požiadaviek a zásad daných v dokumente ÚP – Konceptia bezpečnej prevádzky jadrovej elektrárne vypracovanej v ÚP a jeho dodatok k implementácii opatrení Stress testov.

Požiadavky sú dané legislatívou SR (Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z.), medzinárodnými normami, návodmi a odporúčaniami (návody MAAE), projektovým riešením EMO (špecificky ÚP MO34 a EMO12 so zapracovaním výsledkov bezpečnostných opatrení) a súčasnými projektovými a prevádzkovými skúsenosťami.

1. Zaistenie kompatibility s EMO12 a vonkajšou sieťou.
2. Splnenie požiadaviek strojno-jadrovej časti a časti SKR na elektrické napájanie spotrebičov. Tieto požiadavky sú zadane od spracovateľov technológie a SKR časti. Požiadavky nadväzujú na základnú klasifikáciu všetkých systémov, zariadení a stavieb na BS, SVB, SNB a kategorizáciu vybraných zariadení do BT podľa plnenia ich bezpečnostných funkcií a stanovujú špecifické požiadavky na spoľahlivosť napájania, prípustnú dobu prerušenia napájania a dobu napájania, výkon, napätie a ďalšie parametre.
3. Systém elektrického napájania sa musí projektovať tak, aby vonkajšie aj vnútorné poruchy rozvodov čo najmenej ovplyvňovali prevádzku. Napájanie spotrebičov VS preto musí byť rozdelené medzi viaceré rozvodné zariadenia, napájacie systémy a zdroje a skonštruované tak, aby pri vonkajších a vnútorných poruchách elektrického systému bola čo najmenej ovplyvnená prevádzka reaktora, systém odvodu tepla a prevádzka systémov slúžiacich na výrobu energie.
4. Pre obmedzenie dôsledkov porúch v napájaní vlastnej spotreby musí byť aj v elektrických systémoch aplikovaný princíp ochrany do hĺbky, okrem iného spočíva v postupnom a riadenom prechode z PNVS na RNVS a neskôr na núdzové zdroje, ak je treba.
5. Systémy dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti musia mať k dispozícii zdroje PNVS (sieť VVN vyvedenia výkonu a vlastný generátor), RNVS (sieť VVN rezervného napájania) a núdzové autonómne zdroje (umiestnené na území elektrárne).
6. Elektrické zdroje, rozvodné zariadenia, transformátory a kabeláž musia byť zodpovedajúcim spôsobom dimenzované, skordinované a vybavené automatikami a selektívnym systémom ochrán, ktoré zabezpečia vysokú plynulosť napájania spotrebičov VS a dodržanie požadovanej zaistenosti a kvality napájania a bezpečnosti osôb a zariadení.

7. Elektrické zariadenia musia byť navrhnuté podľa charakteristík okolia vrátane EMC.

8. Kabeláž musí byť riešená tak, aby žiadna jednoduchá porucha (napr. požiar) nemala za následok porušenie resp. stratu funkčnej schopnosti káblov viac ako jednej divízie bezpečnostných systémov. Analogicky požiadavka platí pre dispozičné riešenie elektrických zariadení.

Plnenie:

Ad 1) Projekt vychádza z úvodnej koncepcie EMO 1, 2, 3, 4 zahrnutej v ÚP (s rešpektovaním „Dopracovaného technického projektu JE Dukovany pre seizmické podmienky lokality JE Mochovce“, ÚP EMO34 a ÚP EMO12 vrátane modifikácií z bezpečnostných opatrení a skutočného vyhotovenia).

Ad 2) Požiadavky na elektrické napájanie spotrebičov strojno-jadrovej časti a SKR časti sú naplnené v kap. 06.06.

Ad 3) Požiadavky sú naplnené týmito hlavnými parametrami projektu a napájanými zariadeniami/systémami:

- Rozsiahla schéma napojenia siete, koncepcia bloku je prísne používaná pre schému vyvedenia výkonu (návrh overený analýzou FMEA a analýzami siete - zaťaženie, prechodná stabilita, schopnosť systému RNVS)
- Vyvedenia výkonov generátorových blokov sú vybavené generátorovými vypínačmi, vypínače vyvedenia 400 kV a blokové vypínače 400 kV. Toto zlepšuje prevádzkovú flexibilitu schémy ako aj schopnosť zvládnuť poruchy v 400 kV sieti a v oblasti vyvedenia výkonu generátora.
- Funkčne nezávislé systémy RNVS a PNVS (overené analýzou)
- Napájanie hlavných a rezervných spotrebičov je rozdelené medzi viaceré rozvádzače. Takto je minimalizovaný dopad poruchy jedného rozvádzača.
- Systémy a zdroje napájania sú navrhnuté aby minimalizovali dopad vonkajších a vnútorných porúch na prevádzku reaktora, systémy na odvod tepla a prevádzku systémov slúžiacich na produkciu elektrickej energie.
- Dimenzovanie a návrh elektrického zariadenia (vrátane príslušného strojeného zariadenia) podľa požiadaviek napájania zariadení strojno-jadrovej časti a časti SKR.
- Schopnosť elektrických a strojných zariadení plniť ich funkciu za abnormálnych hodnôt napätia a frekvencie a udržať stabilitu počas vonkajších rušení.
- Elektrické systémy sú vybavené systémami riadenia, automatov a selektívnej ochrany, ktoré zabezpečujú nepretržitosť výroby el. energie a napájanie rezervných systémov pri udržaní požadovaného zabezpečenia a kvality elektrickej energie.

Podrobné informácie sú dané v kapitole 06.06 tejto PpBS.

Ad 4) Uvedená požiadavka je riešená hlavne prostredníctvom centrálnej automatiky bloku, kde sú jednotlivé logiky aplikované tak, že svojou činnosťou zabezpečujú princípy ochrany do hĺbky z hľadiska el. napájania a rozvodov. Podrobnejšie je plnenie tejto požiadavky uvedené v kap. 06.06.

Ad 5) Projekt MO34 je navrhnutý a realizovaný tak, že v plnej miere spĺňa túto základnú podmienku bezpečnosti blokov. Bližšie informácie a popis napájania systémov je uvedený v kap. 06.06.

ad 6) Dimenzovanie hlavných zariadení a požiadavky na technickú špecifikáciu a bezpečnosť osôb a zariadení sú uvedené v kap. 06.06 tejto PpBS.

ad 7) Požiadavky na zabezpečenie kvalifikácie zariadení (včítane elektrických zariadení) sa plnia prostredníctvom vypracovanej metodiky, ktoré určujú postup a kritériá prijateľnosti pre kvalifikáciu a vrátane požiadaviek na EMC a EMI. Podrobné informácie sú uvedené v samostatných dokumentoch.

ad 8) Kabeláž je riešená tak, že žiadna jednoduchá porucha nemá za následok porušenie resp. stratu funkčnej schopnosti káblov viac ako jednej divízie bezpečnostných systémov. Trasovanie káblov SZN 1,2,3 je v navzájom nezávislých priestoroch, vo vzájomne oddelených stavebných konštrukciách, resp. protipožiarne oddelených konštrukciách s požiarou odolnosťou minimálne 90 minút. Bližšie informácie a popis plnenia požiadavky je uvedený v kap. 06.06 tejto PpBS.

Okrem toho, sú špecifické požiadavky a princípy aplikovateľné v závislosti od kategórie napájania.

5.2.10.5.2 Systém normálneho napájania

Požiadavky :

1. Vlastná spotreba bloku (sieť III. kategórie) sa musí napájať z nasledujúcich zdrojov: vlastný generátor, sústavy vyvedenia výkonu (zdroje PNVS) a sústava rezervného napájania (zdroj RNVS). V projektovom riešení musia byť použité opatrenia, ktoré minimalizujú na rozumnú mieru pravdepodobnosť, že v normálnej prevádzke alebo pri projekte predpokladaných poruchách a podmienkach okolitého prostredia dôjde k súčasnej strate týchto zdrojov.
2. Systém PNVS a RNVS musí byť riešený tak, aby pri žiadnej jednoduchej poruche v oblasti väzieb zdrojov vlastnej spotreby na vonkajšiu sieť nedochádzalo k súčasnej strate napájania zdrojov PNVS aj RNVS bloku.
3. Pracovné zdroje VS musia byť schopné zabezpečiť napájanie počas normálnej a abnormálnej prevádzky bloku a pri vzniku havarijných podmienok bloku, ak je k dispozícii toto napájanie. Pracovné zdroje musia umožniť spúšťanie najväčšieho elektrického spotrebiča VS a zachovať stabilitu pri krátkodobých prechodových procesoch v sieti PNVS.
4. Rezervné zdroje VS musia byť schopné nahradiť pracovné zdroje napájania vlastnej spotreby počas normálnej a abnormálnej prevádzky bloku a pri vzniku havarijných podmienok na bloku, ak je k dispozícii toto napájanie.

5. Systémy normálneho napájania musia byť riešené tak, aby obmedzovali možnosť vzniku nadprojektových havárií (SBO) a boli schopné poskytnúť podporu dlhodobým zmierňujúcim opatreniam pri ťažkých haváriách.

Plnenie:

ad 1) Schopnosť generátora siete 400 kV (PNVS) a RVNS napájať príslušenstvo bloku je preukázané v kapitole 06.06 tejto PpBS.

ad 2) Napájanie vlastnej spotreby prostredníctvom PNVS a RVNS je riešené tak, že je splnená podmienka kritéria jednoduchkej poruchy. Pravdepodobnosť súčasného zlyhania zdrojov pri normálnej prevádzke je popísaná v kapitolách venovaných systému vyvedenia výkonu a RVNS. Bližší popis je uvedený v kap. 06.06 tejto PpBS.

ad 3) Schopnosť preferovaných zdrojov zaistiť napájanie pri normálnej a abnormálnej prevádzke a tak isto za havarijných podmienok je preukázaná (výpočtovými správami - Bilancia výkonu bilancii a Napätňové a výkonové pomery) v kap. 06.06 tejto PpBS.

ad 4) Uvedená požiadavka je hodnotená v časti požiadaviek na rezervné napájanie. Rezervné zdroje (RVNS) sú schopné zaistiť rezervné napájanie za normálnej a abnormálnej prevádzky ako záskok rezervy na konkrétny rezervný transformátor na 6 kV úrovni alebo automatickým záskokom rezervy na rezervné úsekové rozvádzače 0,4 kV, ktoré sú napájané zo susedného bloku.

ad 5) Podľa požiadaviek Vyhl. ÚJD č. 50/2006 Z.z. sú v projekte elektrickej časti navrhnuté opatrenia pre znížení pravdepodobnosti výskytu a zmierneniu následkov nadprojektových havárií.

Projektové riešenia PNVS a RVNS sú navrhnuté tak, aby boli odolné voči jednoduchkej poruche a boli schopné obmedziť vznik nadprojektových havárií (SBO) a aby podporovali dlhodobé zmierňovacie opatrenia pre ťažké havárie.

5.2.10.5.3 Zaistené napájanie

Požiadavky :

1. Pri strate napájania VS z pracovných a rezervných zdrojov musí byť napájanie dôležitých systémov (BS, SVB) zaistené z núdzových zdrojov prostredníctvom systémov zaisteného napájania (SZN). SZN a ich núdzové zdroje musia byť nezávislé na pracovných a rezervných zdrojoch VS.
2. SZN a ich núdzové zdroje musia byť riešené tak, aby spĺňali požiadavky napájaných spotrebičov dôležitých systémov (spoľahlivosť, vzájomná nezávislosť, redundancia, kapacita, kvalita napájania, čas prechodu SZN na núdzové zdroje, odolnosť proti vplyvom prostredia, seizmická odolnosť). SZN určené pre napájanie systémov BS musia v rámci každého bloku tvoriť napájací systém SZN odolný voči jednoduchkej poruche.
3. Ak sú zo zdrojov a rozvodov určených pre napájanie spotrebičov s vyššou dôležitosťou napájania, napájané aj spotrebiče s nižšou dôležitosťou napájania, nesmie tým byť znížená funkčná nezávislosť,

efektívnosť alebo spoľahlivosť pod úroveň potrebnú pre zaistenie bezpečnostných funkcií daného systému (zaisteného) napájania.

4. Núdzové DG a systémy ich riadenia musia byť schopné prevziať spotrebiče SZN podľa programu postupného zaťažovania v dobe kratšej, než sú požiadavky na napájanie. Ďalej musia umožniť následné pripnutie a odopnutie spotrebičov zásahy obsluhy alebo automatík a zabezpečiť napájanie spotrebičov po potrebnú dobu. Pri návrhu musia byť vzaté do úvahy rôzne kombinácie a časové sekvencie technologických havárií a straty napájania VS. V priebehu projektovej zaťažovacej sekvencie nesmie dôjsť k preťaženiu a odstaveniu DG ochranami.
5. Akumulátorové batérie musia zaistiť napájanie spotrebičov I. a III / I. kategórie zaisteného napájania v projektových režimoch najmenej po dobu 2h.
6. Schéma SZN 4. a 5. sekcie musí aj v prípade poruchy jedného svojho hlavného elektrického zariadenia umožniť napájanie spotrebičov v rozsahu umožňujúcom ďalšiu prevádzku bloku.
7. Systémy zaisteného napájania a ich núdzové zdroje musia umožniť počas prevádzky bloku vykonávať kontrolu stavu a funkčné skúšky.
8. Projekt elektrických systémov musí zahŕňať opatrenia na zvládnutie a zotavenie sa z nadprojektovej havárie Station Blackout (SBO). Preferuje sa metóda riešenia pripojením náhradného striedavého zdroja (AAC). Týmto je vytvorené preventívne opatrenie na zabránenie rozvoju SBO v elektrických systémoch do ťažkej havárie (SA).
9. Projekt elektrických systémov musí zahŕňať riešenie pre podporu opatrení zmierňujúcich následky SA.

Plnenie:

Ad 1) Napájanie bezpečnostne významných systémov (BS, SVB) je v prípade nedostupnosti PNVS a RNVS (LOP) zaistené z DG a akumulátorových batérií. Dimenzovanie a príslušná funkcie-schopnosť týchto zdrojov bola skontrolovaná v kap06.06. SZN 1, 2, 3 a ich núdzové zdroje umožňujú aj za prevádzky bloku napájať nezávisle od napájania z prevádzkových zdrojov a umožňuje vykonávať kontroly stavu a funkčné skúšky núdzových zdrojov aj počas normálnej prevádzky. Podrobné vyhodnotenie je uvedené v kapitole 06.06 tejto PpBS.

Ad 2) SZN 1, 2, 3 a ich núdzové zdroje spĺňajú požiadavky napájaných spotrebičov dôležitých systémov (spoľahlivosť, vzájomná nezávislosť, redundancia, kapacita, kvalita napájania, doba prechodu SZN 1, 2, 3 na núdzové zdroje, odolnosť proti vplyvom prostredia, seizmická odolnosť). Oddelenie a nezávislosť je riešená dispozičným oddelením (riešením stavebnej časti, požiarnej odolnosti), rozloženia elektrickej schémy (princíp 100% + 100% + 100%) a ovládanie (káble napájania a ovládania sú tiež oddelené) zaisťuje odolnosť voči jednoduchej poruche. Podrobné vyhodnotenie je uvedené v kapitole 06.06 tejto PpBS.

Ad 3) Spotrebiče nižšieho významu, ktoré sú napájané zo zdrojov a rozvádzačov určených pre napájanie spotrebičov vyššej významnosti, neznižujú funkčnú nezávislosť elektrického systému,

elektrickú kapacitu alebo spoľahlivosť pod úroveň potrebnú pre zaistenie bezpečnostných funkcií daného systému napájania (spotrebiče sú buď automaticky odpojené alebo započítané do záťažových bilancií).

Podrobné vyhodnotenie je uvedené v kapitole 06.06 tejto PpBS.

Ad 4) Automaty a ovládanie SZN a DG sú popísané v kapitole PpBS. DG a ich ovládanie sú schopné napájať spotrebiče SZN podľa programu sekvenčného zaťaženia (APS, ALS) v kratšom čase ako sú požiadavky spotrebičov na elektrické napájanie. Ďalej sú schopné po sekvenčnom záťažovom programe, zapnúť alebo vypnúť spotrebiče prostredníctvom automatických príkazov alebo manipulácia prevádzkového personálu (MLS) a napájať zaťaženie na potrebnú dobu.

DG má zásobu pohonných hmôt a ostatných pomocných materiálov na dobu 240 hodín.

Pozn.: Zásoba paliva pre mobilnú DGS je na dobu 24 hod.

Ad 5) Akumulátorové batérie zaisťujú napájanie spotrebičov dôležitých pre JB I. a I/III kategórie v projektových režimoch minimálne po dobu 2h (výpočty vybijacej doby týchto akumulátorových zdrojov preukazujú, že napr. pri režime SBO majú akumulátorové batérie vybijaciu dobu viac ako 3-6 hodín v závislosti od SZN a havarijných postupoch.

Ad 6) SZN4 a SZN5 slúžia ako podporné napájacie systémy pre napájanie systémov súvisiacich s jadrovou bezpečnosťou (SVB) a systémov nedôležitých pre bezpečnosť (SNB), ktoré však zaisťujú všeobecnú bezpečnosť osôb a drahých zariadení.

Tieto systémy napájajú riadenie, ovládanie, reguláciu a signalizáciu pohonov mazacích a tesniacich olejových čerpadiel oboch turbín a ďalších zariadení. Sú k nim tiež pripojené i spotrebiče slúžiace na zmiernenie následkov ťažkých havárií.

SZN4 a SZN5 sú rovnocenné a schopné vzájomného zálohovania (princíp 100%+100%) počas všetkých prevádzkových režimov bloku. Zariadenie a kabeláž týchto SZN však nie sú dôsledne oddelené, pretože nemajú bezprostredný vplyv na jadrovú bezpečnosť.

SZN4 a 5 sa skladajú zo sietí III/I. a III/II. kategórie a núdzových zdrojov. Systémy sú navrhnuté pre plnenie bezpečnostnej funkcie BT III a sú seizmicky odolné.

Schéma SZN4 a 5 umožňuje napájanie spotrebičov, čím umožňuje prevádzku bloku aj v prípade poruchy hlavných zariadení.

ad 7) SZN 1, 2, 3 a ich núdzové zdroje umožňujú aj za prevádzky bloku napájať nezávisle od napájania z preferovaných zdrojov a umožňuje vykonávať kontroly stavu a funkčné skúšky núdzových zdrojov aj počas normálnej prevádzky. Podrobné vyhodnotenie je uvedené v kapitole 06.06 tejto PpBS.

ad 8) Spoločný SZN je v súlade s návodom MAAE NS-G-1.8 (§2.16 a §3.15) vytvorený ako podporný prostriedok pre riešenie SBO a pre zmiernenie následkov ťažkých havárií. Je odolný voči dôsledkom porúch so spoločnou príčinou od zariadení, ktoré spôsobili SBO.

Úlohou siete náhradného striedavého zdroja (AAC sieť) je zabezpečiť napájanie najdôležitejších spotrebičov a zariadení v prípade SBO a zabránenie a zmierňovanie ťažkých havárií. Tieto zdroje

(spoločný DG a mobilné DG) a rozvody boli v niektorých prípadoch pridané a upravené v rámci opatrení záťažových testov. AAC sieť zahŕňa taktiež doleuvedený SZN S (Spoločný systém núdzového napájania vlastnej spotreby).

AAC sieť môže vykonávať nasledujúce:

- Vzájomné prepojenie SZN 1,2,3 medzi blokmi (6 kV prepojenie)
- Vzájomné prepojenie s EMO12 AAC sieťou (6 kV prepojenie)
- Napájanie jedného ľubovoľného bezpečnostného systému 1,2,3 zo spoločného DG (6kV prepojenie)
- Záložné napájanie zo spoločného DG alebo SZN 1,2,3 (6kV)
- Napájanie 0,4kV spotrebičov a rozvádzačov z mobilných DG (EEPS T).

AAC sieť (klasifikovaný ako SVB) je navrhnutá pre plnenie bezpečnostných funkcií BT III a je priradená do seizmickej podkategórie 1a.

Podrobný popis je daný v kapitole PpBS 06.06.

ad 9) Požiadavka je riešená systémom EEPS S (Electrical Emergency Power Supply System) a SZN 5.

Systém SZN S je spoločný pre oba bloky MO34 a z funkčného hľadiska je súčasťou AAC siete (viď. Koncept bezpečnej prevádzky JE. Je určený pre elektrické napájanie systémov používaných pre nadprojektové podmienky, ktoré zahŕňajú prevenciu a zmiernenie následkov ťažkých havárií.

EEPS S plní bezpečnostnú funkciu BT III. Systém je priradený do seizmickej kategórie - SK 1a.

EEPS S (a spoločný DG) je dimenzovaný pre napájanie zdrojov rôznych kombinácií prevádzkových stavov elektrárne a/alebo ŤH na dvoch blokoch. Je tiež schopný podporovať niektoré spotrebiče EMO12 (ide o 6kV káblové prepojenie) alebo naopak. Detailnejšie prevádzkové režimy AAC siete sú navrhnuté v DBA0048.

Podrobný popis je daný v kapitole PpBS 06.06.

5.2.10.6 Prevádzkové kontroly, údržba a monitorovanie zariadeniaPožiadavky:

Špecificky vybrané zariadenia musia byť projektované tak, aby ich bolo možné počas normálnej prevádzky kontrolovať a skúšať bez zníženia úrovne jadrovej bezpečnosti. [II.4], príloha č. 3, časť B, odsek I., odstavce O.

Podrobné požiadavky na kontroly, on-line monitorovanie, skúšky a údržbu sú popísané v kap. 05.01 tejto PpBS.

Plnenie:

Zariadenie, ktoré je za normálnej prevádzky JE MO34 v činnosti, je trvalo kontrolované pomocou merania príslušných parametrov. Prekročenie vopred nastavených medzných hodnôt parametrov je signalizované. Pre kontrolu stavu zariadení za prevádzky slúži tiež automatizovaný systém prostriedkov prevádzkovej diagnostiky. Pre zariadenie, ktoré je za normálnej prevádzky v stave rezervy, sú prijaté technické a organizačné opatrenia umožňujúce overenie jeho prevádzkyschopnosti. Spôsob a frekvencia realizácie skúšok je uvedená v prevádzkových predpisoch pre jednotlivé zariadenia.

Pre účely zaistenia prevádzkovej spoľahlivosti JZ zariadení sa zabezpečuje kontrola kvality vybraných zariadení v etape ich výroby, montáže, ich uvádzania do prevádzky a počas prevádzky po celú dobu životnosti JE MO34. Výsledky kontrol z obdobia výroby a montáže sú súčasťou príslušnej sprievodnej dokumentácii týchto zariadení. Výsledky týchto kontrol kvality slúžia ako východiskové údaje pre porovnávanie s výsledkami získanými počas periodicky sa opakujúcich prevádzkových kontrolách.

Prevádzkové kontroly vybraných komponentov prevádzkovaného zariadenia sú vykonávané v súlade so schváleným Programom prevádzkových kontrol, ktorý je vypracovaný v súlade s plánmi kvality príslušných vybraných zariadení.

Prevádzkové kontroly vybraných zariadení, realizované počas prevádzky MO34 nadväzujú na výsledky kontrol a revízií z obdobia pred spustením MO34. Platí zásada, že sa pri prevádzkových kontrolách kontrolujú rovnaké miesta a používajú rovnaké defektoskopické metódy, metodiky, pracovné citlivosti a skúšobné zariadenia ako pri kontrolách predprevádzkových. Z nových skúšobných metód a skúšobných zariadení sú prípustné len tie, ktoré umožnia realizovať príslušnú kontrolu na rovnakej prípadne vyššej kvalitatívnej úrovni.

Rozsah prevádzkových skúšok zariadení dôležitých pre bezpečnosť ako aj požadovaná frekvencia skúšok sú predpísané v Limitách a podmienkach.

Systém automatickej ochrany reaktora je projektovaný tak, aby umožnil periodické skúšky svojej funkčnosti za prevádzky reaktora, vrátane schopnosti nezávislého testovania kanálov a tiež možnosti určenia chýb alebo straty redundancie, ku ktorým mohlo dôjsť.

Vzhľadom ku koncepcii 3x100% redundancií bezpečnostných systémov a SZN 1,2,3 je možné realizovať funkčné skúšky jednotlivých redundancií bezpečnostných systémov, DG a SZN aj počas prevádzky bloku.

Vzhľadom ku koncepcii 100+100% SZN 4 a 5 je možné realizovať funkčné skúšky v obmedzenom rozsahu (napr. usmerňovačov a akubaterií) za prevádzky bloku i na týchto SZN.

Zariadenia, ktoré svojim charakterom činnosti neumožňujú realizáciu skúšok za prevádzky budú vyskúšané pri odstávkach bloku, alebo počas výmeny paliva.

Podrobnejšie detaily o prevádzkových kontrách a skúškach sú popísané a hodnotené v PpBS MO34 kapitola 09.04 Pravidelná údržba, kontroly a skúšky.

5.2.11 Opatrenia na zvýšenie bezpečnosti JE MO34 po vykonaní záťažových testov

Integrované požiadavky Národného akčného plánu SR (softwarové a hardwarové) sú obsiahnuté v internom dokumente SE, a.s. „Akčný plán pre realizáciu opatrení ako poučenia z udalosti na JE Fukushima Daiichi a zo záťažových testov pre JE SE, a.s.“ [II.61].

Premietnutie integrovaných požiadaviek z Národného akčného plánu do jednotlivých čiastkových opatrení inovačného programu SE, a.s. na jednotlivých blokoch JE, vrátane termínov plnenia, bolo SE, a.s. pravidelne vyhodnocované a kontrolované ÚJD SR.

5.2.11.1 Vyhodnotenie premietnutia opatrení Národného akčného plánu do projektu stavby MO34

Plnenie:

Z analýz požiadaviek uvedených v [II.62] vyplynuli pre JE MO034 určité hardvérové požiadavky.

Časť hardwarových opatrení bolo zapracovaných už v roku 2008 v rámci revízie ÚP pre stavbu MO34.

Zvyšných 16 hardwarových opatrení adresných pre stavbu MO34 boli riešené ako nové dodatky k ÚP (jednotlivé projekty zamerané na tieto opatrenia sú evidované ako Dodatok k ÚP č. 0048 - „Doplnenie opatrení zo stress testov do ÚP MO34“).

Vyhodnotenie plnenia všetkých hlavných úloh Národného akčného plánu (softwarových a hardwarových) adresných pre MO34 bolo ÚJD SR kontrolované v roku 2015 [II.63].

5.2.11.2 Vyhodnotenie bezpečnosti zmien projektu stavby MO34, ktoré boli prijaté na základe opatrení z Národného akčného plánu

Hodnotenie v kap. 05.02.11.02 je zameraná na hodnotenie bezpečnosti v rozsahu tých opatrení z Národného akčného plánu, ktoré mali za následok zmeny projektu stavby MO34.

Plnenie:

Plnenie požiadaviek bezpečnostných zmien na základe opatrení z Národného akčného plánu je uvedené v príslušných kapitolách PpBS.

Zoznam a prehľad dokumentácie spojenej s realizáciou hardwarových opatrení na zvýšenie bezpečnosti a robustnosti je uvedený v dokumente: Dodatok č. 0048 Doplnenie opatrení zo Stress testov.

LITERATÚRA**[I.1]****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, Vienna, 5/2004
- [II.3] Zákon č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) v znení zákona č. 350/2011 Z.z., v účinnosti od 1.11.2011
- [II.4] Vyhláška č. 430/2011 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť, v účinnosti od 1.1.2012
- [II.5] Vyhláška č. 31/2012 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z. z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [II.6] Vyhláška č. 431/2011 Z.z. o systéme manažérstva kvality, v účinnosti od 1.1.2012
- [II.7] Zákon č. 87/2018 Z.z. „o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [II.8] Safety Guide No. NS-G-3.1, IAEA Safety Standard Series – External Human Induced Events in Site Evaluation for NPPs, 2002
- [II.9] IAEA NS-R-1 Bezpečnosť jadrových elektrární: Projektovanie
- [II.10] IAEA NS-G-1.2 Hodnotenie a overovanie bezpečnosti jadrových elektrární.
- [II.11] IAEA NS-G-1.3 Systémy kontroly a riadenia dôležité pre bezpečnosť jadrových elektrární.
- [II.12] IAEA NS-G-1.6 Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants
- [II.13] IAEA NS-G-1.8 Design of emergency power system for NPP
- [II.14] INSAG 12 Základné bezpečnostné princípy pre jadrové elektrárne, MAAE, Bezpečnostná séria, 1999.
- [II.15] European Utility Requirement for LWR Nuclear Power Plants, EUR Safety Requirements, 2012
- [II.16] Požiadavky na vypracovávanie analýz a štúdií PSA, BNS I.4.2/2006, ÚJD SR, November 2006
- [II.17] STN IEC 60987 Počítačové systémy dôležité pre bezpečnosť jadrových elektrární (13/95)
- [II.18] STN IEC 60880 Programové prostriedky počítačov bezpečnostných systémov jadrových elektrární (11/93)
- [II.19] Bezpečnostné požiadavky EUR (časť1, diel2, kapitola1, sekcia 2.1.4.4.1 písmeno C
- [II.20] Vyhláška MV. Č. 288/2000 - technické požiadavky na požiarnu odolnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb
- [II.21] IEC 960 Funkčné projektové kritériá pre systém zobrazovania bezpečnostných parametrov pre jadrové elektrárne, SPDS/1988
- [II.22] STN EN 60801-2 (5/98)Elektromagnetická kompatibilita zariadení na meranie a riadenie priemyselných procesov. Časť 2: Požiadavky pri elektrostatickom výboji (5/98)
- [II.23] Vyhláška ÚJD SR č. 51/2006 o požiadavkách na zabezpečenie fyzickej ochrany

- [II.24] STN EN 60801-2 (5/98) Elektromagnetická kompatibilita zariadení na meranie a riadenie priemyselných procesov. Časť 2: Požiadavky pri elektrostatickom výboji (5/98)
- [II.25] IEC/STN EN 61000 Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Sada noriem.
- [II.26] STN IEC 60801-1 Elektromagnetická kompatibilita zariadení na meranie a riadenie priemyselných procesov. Časť 1: Všeobecný úvod (12/92)
- [II.27] EN/IEC 62305-1 Všeobecný opis ochranných opatrení na potlačenie rizika porúch elektrických a elektronických systémov.
- [II.28] EN/IEC 62305-3 Požiadavky na vonkajšie a vnútorné proti bleskové ochranné sústavy, vlastnosti ich prvkov, materiálov a rozmery.
- [II.29] IEC/EN 62305-4 Metódy zabezpečenia ochrany elektrických a elektronických systémov pred elektromagnetickým impulzom blesku.
- [II.30] STN IEC 60780, Jadrové elektrárne. Elektrické zariadenia bezpečnostného systému. Overenie spôsobilosti“, SÚTN, November 2002
- [II.31] STN IEC 60980, „Doporučené způsoby ověření seismické způsobilosti elektrického zařízení bezpečnostního systému jaderných elektráren“, Október 1993
- [II.32] STN EN 61326, „Elektrické meracie, riadiace a laboratórne zariadenia. Požiadavky na elektromagnetickú kompatibilitu (EMC)“, SÚTN, December 2001
- [II.33] STN IEC 61513 Jadrové elektrárne. Meranie a regulácia systémov dôležitých pre bezpečnosť. Všeobecné požiadavky na systémy, 10/2004
- [II.34] Vyhláška ÚJD SR č. 53/2006 - podrobnosti o požiadavkách pri nakladaní s jadrovými materiálmi, rádioaktívnymi odpadmi a vyhoretým jadrovým palivom
- [II.35] Zákon č.126/2006 Z.z. o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov a nariadenie vlády SR č. 345/2006 o základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením
- [II.36] Regulatory Guide 1.140, „Design, Testing, and Maintenance Criteria for Normal Ventilation Exhaust System Air Filtration and Adsorption Units of Light - Water - Cooled Nuclear Power Plants“, Office of Standards Development, U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC)
- [II.37] Regulatory Guide 1.52, „Design, Testing, and Maintenance Criteria for Post Accident Engineered - Safety -Feature Atmosphere Clean up System Air Filtration and Adsorption Units of Light - Water - Cooled Nuclear Power Plants“, Office of Standards Development, U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC)
- [II.38] Národná správa zo záťažových testov jadrových elektrární na Slovensku, ÚJD SR, december 2011
- [II.39] STN IEC 61226 Klasifikácia prístrojového vybavenia a riadiacich funkcií.
- [II.40] Vyhláška ÚJD SR č. 50/2006 - podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich umiestňovaní, projektovaní, výstavbe, uvádzaní do prevádzky, prevádzke, vyradovaní a pri uzatvorení úložiska, ako aj kritériá pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [II.41] Safety of Nuclear power plants: Design, IAEA Safety Standard SSR-2/1, Vienna 2012
- [II.42] Vyhl. MPSVR SR č. 508/2009 - O podrobnostiach na zaistenie ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhačmi, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia.

- [II.43] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants, Volume 2, Revision D, 2012.
- [II.44] Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Guide, NS-G-1.3, Vienna 2002
- [II.45] BNS II.2.1/2012 Požiadavky na zabezpečovanie ochrany pred požiarimi a protipožiarnej bezpečnosti jadrových zariadení z pohľadu jadrovej bezpečnosti (3.vydanie – revidované a doplnené)
- [II.46] Protection against Internal Hazards other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standard, NS-G-1.11, Vienna 2004
- [II.47] Rozhodnutie č. 136/2008 o schválení požiadaviek na kvalitu jadrového zariadenia 3. a 4. bloku JE Mochovce, ÚJD SR, 2008
- [II.48] IAEA - Safety Guide No. NS-G-3.4, – Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear Plants, 2003
- [II.49] Safety Guide No. NS-G-1.5, IAEA Safety Standard Series – External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, 2004
- [II.50] IAEA - Specific Safety Guide No. SSG-18 – Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, 2011
- [II.51] Stanovisko Komisie z 15/VII/2008 podľa článku 43 Zmluvy o EURATOM k dokončeniu 3. a 4. bloku JE Mochovce na Slovensku, Brusel, 15/VII/2008, K (2008) 3560 v konečnom znení
- [II.52] IAEA - Safety Guide NS-G-1.7 (2004) Protection against Internal Fires and Explosions in the Design of NPPs
- [II.53] Rozhodnutie Úradu verejného zdravotníctva SR č. OOPŽ/6773/2011
- [II.54] STN EN 60068-2-6 Skúšanie vplyvu prostredia. Časť skúšky. Skúška Fc: Vibrácie (sínusové).
- [II.55] Technické podmienky prístupu a pripojenia, pravidiel prevádzkovania prenosovej sústavy, SEPS, a.s., rok vydania 2013
- [II.56] Požiadavky na deterministické analýzy bezpečnosti JE s VVER-440/V213, BNS I.11.1/2013
- [II.57] DOE STANDARD: Accident Analysis for Aircraft Crash into Hazardous Facilities, Appendix C, DOE - STD3014 - 2006, October 1996
- [II.58] IAEA NS-G-3.1, Safety Standard Series - External Human Induced Events in Site Evaluation for NPPs
- [II.59] P. Labak, P.: 2004. Probabilistic seismic hazard computation for the Mochovce NPP site. Geophysical Institute, SAV, Bratislava
- [II.60] Engineering Safety Aspects of the Protection of NPPs against Sabotage, IAEA Nuclear Security Series No. 4, Vienna, 2007
- [II.61] AP01/2012 Akčný plán pre realizáciu opatrení ako poučenia z udalosti na JE Fukushima Daiichi a zo záťažových testov pre JE SE, a.s.
- [II.62] Regarding actions to comply with the conclusions from the stress tests performed on nuclear power plants, dec. 2012
- [II.63] Záznam o vykonanej kontrole č. 413/2015, ÚJD SR , Číslo: 24-216/2948-2015
- [II.64] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 2014
- [II.65] Požiadavky na deterministické analýzy bezpečnosti JE s VVER-440/V213, BNS I.11.1/2013

[II.66] WENRA RHWG 2014 Safety reference levels for existing reactors