

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 07.02.03.01 Analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti

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

		LC					
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil	Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil	
 SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	NO	SEC. INDEX / INDEX utajenia
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	X	Information Only / Len na informáciu	
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000			Revision index / Index revízie: 05	Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361121			A4	6.01	RS	Z
 * P N M 3 4 3 6 1 1 2 1 0 5 *				Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
				1	52		

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436112105_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 15.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvár	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:	•	•	• VUJE, a.s.	• 0220	• 15.07.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:	•	•	• VUJE, a.s.	• 0220	• 15.07.2019	•	
	•	•	•	•	•	•	
	•	•	•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:	•	•	• VUJE, a.s.	• 0220	• 15.07.2019	•	
	•	•	•	•	•	•	
	•	•	•	•	•	•	
	•	•	•	•	•	•	
Verified by / Overil:	•	•	• VUJE, a.s.	• 0720	• 15.07.2019	•	
Approved by / Schválil:	•	•	• VUJE, a.s.	• 1703	• 15.07.2019	•	

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.

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 07.02.03.01 Analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti	• PNM3436112105_S_C00_V	• 05
2.	• Kapitola 07.02.03.01 Analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti	• PNM3436112105_S_C01_V	• 05
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	1
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	2
7.2.3.1 Vnútorne udalosti	4
7.2.3.1.1 Postup spracovania deterministickej analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti ...	4
7.2.3.1.1.1 Cieľ deterministickej analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti	5
7.2.3.1.1.2 Výber postulovaných iniciačných udalostí	5
7.2.3.1.1.3 Výber prístupu	5
7.2.3.1.1.4 Zdroje vstupných dát	6
7.2.3.1.1.5 Kritéria prijateľnosti	6
7.2.3.1.2 Interne generované strely	7
7.2.3.1.2.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy	7
7.2.3.1.2.2 Kritéria prijateľnosti	8
7.2.3.1.2.3 Špecifikácia analyzovaných scenárov	9
7.2.3.1.2.4 Analýza scenárov	10
7.2.3.1.2.5 Zhodnotenie bezpečnosti	16
7.2.3.1.3 Roztrhnutia vysoko energetických potrubí	18
7.2.3.1.3.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy	18
7.2.3.1.3.2 Kritéria prijateľnosti	18
7.2.3.1.3.3 Miesta hraničných bodov postulovaných roztrhnutí a identifikácia medzihraničných postulovaných roztrhnutí	19
7.2.3.1.3.4 Určenie agresivity pre švihy potrubí	19
7.2.3.1.3.5 Vplyvy na podpery potrubí od švihov potrubí	20
7.2.3.1.3.6 Účinky prúdu média	20
7.2.3.1.3.7 Sekundárne účinky	21
7.2.3.1.3.8 Výsledky	22
7.2.3.1.3.9 Hodnotenie bezpečnosti	22
7.2.3.1.4 Pád bremena	24
7.2.3.1.4.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy	24
7.2.3.1.4.2 Kritéria prijateľnosti	24
7.2.3.1.4.3 Špecifikácia analyzovaných scenárov	24
7.2.3.1.4.4 Analýza scenárov	25
7.2.3.1.4.5 Zhodnotenie bezpečnosti	27
7.2.3.1.5 Vnútorne požiare a výbuchy	28
7.2.3.1.5.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy	28
7.2.3.1.5.2 Kritéria prijateľnosti	29
7.2.3.1.5.3 Špecifikácia analyzovaných scenárov	29
7.2.3.1.5.4 Analýza scenárov	30
7.2.3.1.5.5 Zhodnotenie bezpečnosti	35
7.2.3.1.6 Vnútorne záplavy	36
7.2.3.1.6.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy	36
7.2.3.1.6.2 Kritéria prijateľnosti	36
7.2.3.1.6.3 Výber a špecifikácia analyzovaných scenárov	36
7.2.3.1.6.4 Analýza scenárov	37
7.2.3.1.6.5 Zhodnotenie bezpečnosti	41
7.2.3.1.7 Elektromagnetická interferencia	42
7.2.3.1.7.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy	42
7.2.3.1.7.2 Kritéria prijateľnosti	43
7.2.3.1.7.3 Špecifikácia analyzovaných scenárov	43
7.2.3.1.7.4 Analýza scenárov	44
7.2.3.1.7.5 Zhodnotenie bezpečnosti	44
7.2.3.1.8 Súhrnné zhodnotenie bezpečnosti	46
LITERATÚRA	47
ZOZNAM OBRÁZKOV	49
ZOZNAM TABULIEK	49

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

AO	automatická ochrana reaktora
BD	bloková dozorňa
BS	bezpečnostná správa
CDF	frekvencia poškodenia aktívnej zóny (Core Damage Frequency)
DPS	dielčí prevádzkový súbor
EA	elektrická armatúra
EMC	elektromagnetická kompatibilita Electromagnetic Compatibility
EMI	elektromagnetická interferencia Electromagnetic Interference
EMO12	1. a 2.blok elektrárne v Mochovciach
ENČ	elektrické napájacie čerpadlo
ESFAS	systém zaistenia bezpečnosti bloku (Engineered Safety Features Actuation System)
HČČ	hlavné cirkulačné čerpadlo
HEPB	roztrhnutie vysoko energetického potrubia (High Energy Pipe Break)
HSCHZ	havarijný systém chladenia aktívnej zóny
HUA	hlavná uzatváracia armatúra
HVB	hlavný výrobný blok
HZ	hermetická zóna
IU	iniciačná udalosť
JE	jadrová elektráreň
KČ	kondenzátne čerpadlo
KO	kompensátor objemu
LaP	limity a podmienky
LOCA	udalosť so stratou chladiva (Loss of Coolant Accident)
MAAE	Medzinárodná agentúra pre jadrovú energiu (International Atomic Energy Agency)
MO34	3. a 4.blok elektrárne v Mochovciach
NN	napájacia nádrž
NT	nízkotlakový
NTO	nízkotlakový ohrievač
OV KO	odľahčovací ventil kompenzátora objemu
PG	parogenerátor

PIU	postulovaná iniciačná udalosť
PS-A	prepúšťacia stanica do atmosféry
PSA	pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti
PSK	prepúšťacia stanica do kondenzátora
PU	požiarny úsek
PV	poistný ventil
RA	ručná armatúra
RČA	rýchločinná armatúra
RPS	systém ochrany reaktora
SHZ	stabilné hasiace zariadenie
SK	spätná klapka
SKK	systém, konštrukcia, komponent
SKR	systém kontroly a riadenia
SO	stavebný objekt
TG	turbogenerátor
TVD	technická voda dôležitá
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
VO	vložený okruh
VT	vysokotlakový

7.2.3.1 Vnútorne udalosti

Kapitola analyzuje riziká vplyvu vnútorných udalostí na jadrovú bezpečnosť. V kapitole sú popísané použité metodiky a výpočty, ktoré boli použité na hodnotenie rizika príslušných vnútorných udalostí na bezpečnosť prevádzky MO34.

Kapitola je vypracovaná v súlade s požiadavkami zákona č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a Vyhlášky č. 430/2011 Z. z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť [II.3]. Spracovanie správy zohľadňuje Bezpečnostný návod ÚJD SR „Požiadavky na deterministické analýzy bezpečnosti“ BNS I.11.1/2012 [II.4].

Táto časť uvažuje obdobné predpoklady ako kapitola 7.2.1.1 POSAR pre MO34:

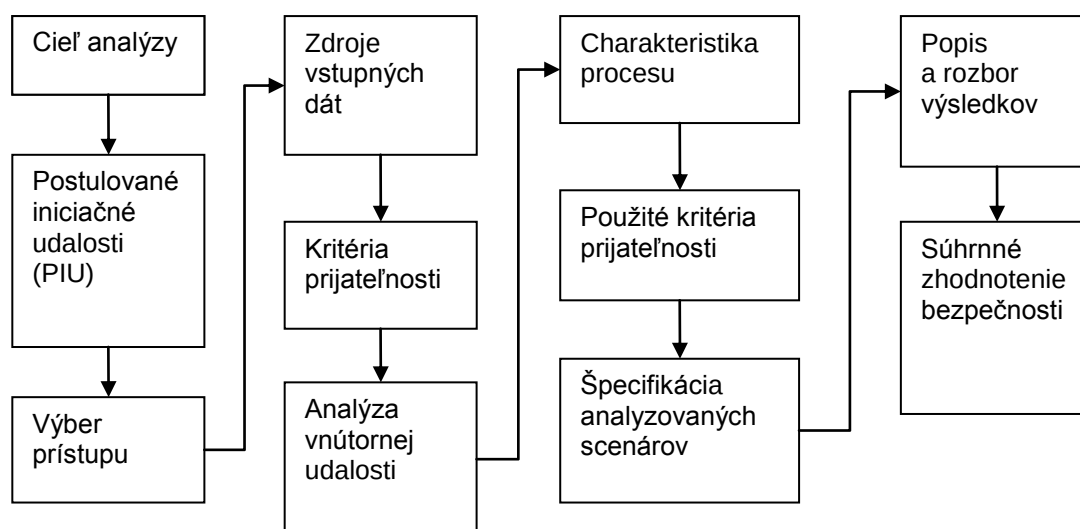
- Počiatočný výkon reaktora 1375 MW zvýšený o nepresnosť 4%. To znamená, že v analýzach bezpečnosti je uvažovaná maximálna hodnota počiatočného výkonu reaktora rovná 1430 MW.
- Je uvažované Gd-II palivo s priemerným obohatením 4,87 % (Toto je štandardná konfigurácia zarážky uvažovaná pre životný cyklus elektrárne).
- Stav zariadení blokov MO34 je uvažovaný podľa vykonávacieho projektu.

Táto časť bezpečnostnej správy pokrýva Vnútorne záplavy, Vnútorne požiare a explózie, Pády ťažkých bremien, Letiace úlomky (generované vo vnútri bloku), Švihy potrubí a EMC.

7.2.3.1.1 Postup spracovania deterministickej analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti

Všeobecný postup deterministickej analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti, znázornený na nasledovnom obrázku Obr. 7.2.3.1.1-1, vychádza z požiadaviek Bezpečnostného návodu [II.4]. Detaily uvedených krokov sú pre jednotlivé prípady popísané v špecifických kapitolách, ktoré pokrývajú jednotlivé udalosti.

Obr. 7.2.3.1.1-1 Všeobecný postup deterministickej analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti



7.2.3.1.1.1 Cieľ deterministickej analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti

Cieľom analýzy je preukázať, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov JE MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti aj v prípade vzniku postulovanej vnútornej udalosti - iniciačnej udalosti. Ďalej, že sú splnené stanovené kritéria prijateľnosti, t.j. odozva jadrového zariadenia na analyzované udalosti vyhovuje požiadavke (Prílohy č.3, časť B, I., písm. B., ods.(3) vyhlášky UJD SR (č.430/2011 Z. z.) a sú zabezpečené požadované bezpečnostné funkcie podľa (Prílohy č.3, časť B, I., písm. B., ods.(5) vyhlášky UJD SR č.430/2011 Z. z.) s uplatnením primeranej miery konzervatívnosti pri definovaní okrajových podmienok prezentovaných analýz. Analýza je v súlade aj s požiadavkami na odozvu jadrového zariadenia (Prílohy č.3, časť B, II., písm. E., ods.(1) vyhlášky UJD SR č.430/2011 Z. z., [II.3].

V rámci riešenia analýzy vnútorných udalostí, vychádzajú počiatočné a okrajové podmienky z kapitoly 7.2.1.1 bezpečnostnej správy JE MO34 „Popis použitého prístupu“ a je použité kritérium jednoduchej poruchy.

7.2.3.1.1.2 Výber postulovaných iniciačných udalostí

Táto časť určuje jednotlivé vnútorné udalosti iniciované poruchami zariadenia vo vnútri elektrárne, ktoré nie sú pokryté deterministickými analýzami v predchádzajúcej časti bezpečnostnej správy.

Analyzované vnútorné udalosti sú určené v súlade s bezpečnostným návodom [II.3], [II.4] a [II.7] definujúcim aplikovateľné kategórie iniciačných udalostí. Vybrané kategórie udalostí sú určené nasledovne:

- Letiace predmety (ďalej iba interne generované strely alebo projektily) ([II.4] Príloha I., I.3; [II.7])
- Švihy potrubí ([II.4] Príloha I., I.3; [II.7])
- Pád ťažkého bremena ([II.3] Príloha 3 Časť B II. E (1) s); [II.4] Príloha I., I.3, 1; [II.7])
- Vnútorné požiare a explózie ([II.3] Príloha 3 Časť B II. E (1) t); [II.4] Príloha I., I.3, 1; [II.7])
- Vnútorné záplavy ([II.4] Príloha I., I.3; [II.7])
- Elektromagnetická interferencia (Z dôvodu vzrastajúceho používania elektronických zariadení v prostredí elektrárne, sa stáva EMI dôležitým faktorom, ktorý môže viesť k ovplyvneniu správnej činnosti/funkcie bezpečnostných systémov. Na tomto základe a dokumentov MAAE [II.29], [II.30] bola EMI zaradená do vnútorných hazardov.)

Pretože, každá z hore uvedených kategórií reprezentuje rozsiahlu interdisciplinárnu oblasť, do analýz uvedených v tejto správe sú v každej skupine zaradené iba reprezentatívne iniciačné udalosti. Tieto reprezentatívne udalosti boli vybrané na základe expertného odhadu, s prihliadnutím na požadovaný rozsah a obsah bezpečnostnej správy a na základe doterajších skúsenosti, resp. udalosti sú vybrané na základe výsledkov PSA.

7.2.3.1.1.3 Výber prístupu

Pre jednotlivé skupiny vybraných udalostí je následne definovaný špecifický postup, zohľadňujúci fenomenológiu udalostí (pozri časť nižšie), tak aby mohlo byť overené plnenie kritérií prijateľnosti.

7.2.3.1.1.4 Zdroje vstupných dát

Vybrané kategórie nebezpečenstiev predstavujú nehomogénnu skupinu, kde má každá kategória nebezpečenstiev odlišnú fenomenológiu, napr. záplavy a požiare. Z toho vyplýva, že jednotné odkazovanie na podklady analýz prevzaté z vykonávacieho projektu nie je možné. Z tohto dôvodu každá kategória nebezpečenstiev vrátane analyzovaných iniciačných udalostí (scenárov) odkazuje na použité dáta na príslušnom mieste v rámci príslušných analýz.

Vykonané analýzy predpokladajú, že pravdepodobnosť aktivovania hazardu je jedna. Takýto konzervatívny predpoklad neuvažuje neurčitost', ktorá sa týka aktivovania postulovaných hazardov, a odozva na vzniknuté udalosti uvažuje iba technické údaje z projektu JE.

7.2.3.1.1.5 Kritéria prijateľnosti

Základné požiadavky na jadrovú bezpečnosť sú transformované na kritériá prijateľnosti používané v rámci hodnotenia jadrovej bezpečnosti prostredníctvom deterministických analýz, vykonaných v rámci kapitoly 7.2.1. Kritériá prijateľnosti sú použité na overenie prípustnosti odozvy bloku. Sú definované ako limitné hodnoty špecifických parametrov, ktoré ak nie sú prekročené, zaisťujú dostatočnú bezpečnostnú rezervu pre udržanie bloku v bezpečnom stave. Analýzy v kapitole 7.2.1 ukazujú dostatočnú bezpečnostnú rezervu, ktorá zaisťuje pokrytie všetkých projektových udalostí.

Určené kritériá prijateľnosti sú konzistentné s tými, ktoré sú prezentované v 7.2.1.1 a sú v aj v zhode s požiadavkami UJD SR [II.4] a MAAE [II.6].

Aj keď deterministické kritériá prijateľnosti sledujú obecnú filozofiu v kapitole 7.2.1.1, tieto sú kvôli špecifickým aspektom vnútorných nebezpečenstiev naviazané na hlavné bezpečnostné funkcie nasledovným spôsobom:

- A. Regulácia reaktivity
- B. Odvod tepla z aktívnej zóny
- C. Integrita kontajneru - Zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér, regulácia a obmedzenie množstva a druhu rádioaktívnych látok uvoľnených do životného prostredia.

7.2.3.1.2 Interne generované strely

Táto časť správy rozoberá interne generované strely alebo projektily. Podľa požiadaviek v [II.5], ako aj množstva iných medzinárodných štandardov, napr. [II.7], by mali byť identifikované 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 bezpečnostné požiadavky, tak potom by mali byť konštrukcie, komponenty a blok navrhnuté takým spôsobom aby odolali týmto strelám. Interné strely generované tlakovými nádobami nie sú v súlade so zdôvodnením uvedeným v [II.7] uvažované: *“Rozsiahle poruchy kvalifikovaných nádob sú vo všeobecnosti považované za dostatočne nepravdepodobné, takže uvažovanie roztrhnutia týchto nádob ako Postulovaná iniciačná udalosť nie je nutné”*.

Pretože elektrárňu obsahuje množstvo potenciálnych projektilov, ktorých dopad je hodnotený v samostatných projektových správach v zmysle [I.1], [I.1] atď., táto časť bezpečnostnej správy sa zaoberá iba s vybranými reprezentatívnymi scenármi v súlade s metodikou uvedenou v ďalšom texte. Táto analýza uvažuje iba efekt primeraných opatrení určených ako súčasť špecifických požiadaviek projektu navrhnutých na z odolnenie a absorpciu zaťaženia od nárazov striel na základe hore uvedených analýz.

7.2.3.1.2.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy

Energia letiacich úlomkov môže deštruovať bezpečnostne významné systémy, čo môže viesť k porušeniu kritérií prijateľnosti.

Cieľom analýzy je overiť, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34, zahrnuté v projekte, ohľadom interne generovaných striel plnia zákonné požiadavky na jadrovú bezpečnosť.

Postup analýzy

Podľa všeobecnej filozofie ochrany do hĺbky by sa malo v projekte elektrárne uvažovať nasledovné, [II.5]: Odolnosť systémov štruktúr a komponentov (v rámci kvalifikácie); Ostatné vlastnosti, ako vstavané bezpečné správanie, redundancia častí systémov dôležitých pre bezpečnosť, diverzifikácia a fyzické oddelenie. Ako neprípustné udalosti sú definované udalosti vedúce k porušeniu kritérií prijateľnosti definovaných v 7.2.3.1.2.2.

Hore uvedené fakty naznačujú, že je dostatočné ohodnotiť potenciál strely poškodiť svoje okolie, či dopad strely nenaruší plnenie kritérií prijateľnosti. Obecná osnova analýzy je nasledovná:

- Overenie dostupných analýz pre skúmané scenáre a posúdenie ich platnosti
- Ak takéto analýzy nie sú k dispozícii potom:
 - Ohodnotenie devastačného potenciálu strely (energia, rýchlosť nárazu atď.)
 - Vyhodnotenie dopadu strely, t.j. účinkov na stenu kontajneru ako aj účinkov na okolité zariadenie
- Vyhodnotenie plnenia kritérií prijateľnosti

Ohodnotenie devastačných účinkov strely (energia, rýchlosť nárazu atď.):

Môžu existovať dva základné typy striel: vymrštené pracovným médiom (voda, para) reprezentované scenármi kategórie C. a D. a časti rotačných strojov reprezentované scenármi kategórie A. a B. Tieto scenára sú uvedené v ďalšom texte. Vo všetkých prípadoch je strela uvažovaná ako (dokonale) tuhé teleso. Na základe tohto predpokladu môže byť akčná sila vyhodnotená nasledovne.

Strely vymrštené pracovným médiom

Projektil je hnaný silou prúdu, ktorá závisí na (stabilných) parametroch média (tlak, teplota).

$$M_s \frac{dv_s}{dt} = k_{CD} f(z) (T_s - W v_s) - G_f - k_{CD} f$$

Uvedená rovnica môže byť odvodená z rovnice kontinuity. Použitá rovnica predpokladá, že strela predstavuje tuhé teleso, ktoré neovplyvňuje parametre prúdu.

M_s predstavuje hmotnosť strely [kg], k_{CD} interakciu strely a prúdu (koeficient ťahu, resp. koeficient odporu strely), $f(z)$ rozdelenie tlaku strely a celkového tlaku prúdu, T_s silu prúdu [N], W tok hmoty [kg/s], v_s – rýchlosť strely, G_f gravitačnú silu [N], $k_{CD} f$ odpor vzduchu.

Parametre $f(z)$, T_s , W môžu byť rátané podľa postupu uvedeného v [II.1].

Ak vnútorné časti armatúry obsahujú dvojité tesnenie (napr. Hlavná uzatváracia armatúra), potom môže byť iniciačná fáza pohybu strely modelovaná ako pohyb piestu, kde je úvodná sila produkovaná tlakom a plochou tlakotesu (avšak takýto predpoklad znamená, že tlakotes a zvršok zlyhajú v rovnakom okamihu, čo je nerealistické).

Strely generované rotačnými časťami strojov

Celková energia strely môže byť vyjadrená ako

$$E = \frac{M_s v_s^2}{2} + \frac{I \omega^2}{2}$$

Kde rýchlosť telesa - v_s a uhlová rýchlosť - ω závisí na otáčkach telesa a momente zotrvačnosti – I . I závisí na tvare telesa a jeho hmotnosti.

Vyhodnotenie dopadu strely

Dopad strely na okolité zariadenia je robený na základe konzervatívneho odborného posúdenia, t.j. strela ničí všetko blízke zariadenie na svojej dráhe. Dopad strely na konštrukciu kontajneru je hodnotený empirickými vzorcami často používanými pre tento účel, t.j. BRL, NDRC a CDA EDF. Prehľad vzorcov je dostupný v [I.1], [I.2] atď..

Vyhodnotenie plnenia kritérií prijateľnosti

Hodnotenie kritérií prijateľnosti vychádza z konečných dôsledkov dopadu strely.

7.2.3.1.2.2 Kritéria prijateľnosti

Vo vnútri generované strely používajú kritéria prijateľnosti, ktoré sú definované v 7.2.3.1.1.5:.

- A. Regulácia reaktivity – overuje schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po dopade strely
- B. Odvod tepla – overuje schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po dopade strely

C. Integrita kontajneru – overuje schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po dopade strely

7.2.3.1.2.3 Špecifikácia analyzovaných scenárov

Pretože potenciálne strely pokrývajú niekoľko tisíc prvkov definovaných v príslušných správach, táto správa analyzuje iba reprezentatívne scenáre. Tieto scenáre boli volené ako obálkové prípady, ktoré môžu byť zovšeobecnené na hocikaké podobné zariadenia a podmienky pre overenie kritérií prijateľnosti.

Reprezentačné scenáre sú volené takým spôsobom, aby pokrývali všetky dôležité aspekty pre celý rozsah realizovateľných udalostí. Pretože interne generované letiace úlomky predstavujú nehomogénnu skupinu udalostí z pohľadu ich vzniku, tak sú uvažované štyri samostatné skupiny:

- A. Časti turbogenerátorov
- B. Strely generované ťažkými rotačnými strojmi
- C. Strely generované časťami vysokotlakových potrubí, ako armatúry atď.
- D. Vystrelenie regulačnej kazety

Kategória A. - Časti turbogenerátorov reprezentuje samonosnú skupinu, ktorá sa čiastočne prekrýva s kategóriou B. - Strely generované ťažkými rotačnými strojmi. Všetky mysliteľné prípady sú pokryté dvomi analýzami v tejto kategórii:

- A.1 Porucha lopatiek turbíny
- A.2 Porucha nadotáčkovej ochrany turbíny

Kategória B. - Strely generované ťažkými rotačnými strojmi je pokrytá nasledovnými scenármi uvažujúcimi s najťažšími rotačnými strojmi:

- B.1 Porucha hlavného cirkulačného čerpadla
- B.2 Porucha hlavného napájacieho čerpadla
- B.3 Porucha vzduchotechnického systému

Kategória C. - Strely generované časťami vysokotlakých potrubí je pokrytá nasledovnými scenármi:

- C.1 Hlavná uzatváracia armatúra
- C.2 Odstrelenie zvršku vysokotlakovej armatúry v kontajneru
- C.3 Odstrelenie zvršku armatúry napájacej vody
- C.4 Odstrelenie zvršku armatúry na hlavnom parovode

Kategória D. – Odstrelenie regulačnej kazety tvorí samonosnú kategóriu.

Vybrané scenáre pre kategórie A a D tvoria samonosnú skupinu, t.j. scenáre pokrývajú všetky mysliteľné udalosti.

Vybrané scenáre pre kategóriu B. pokrývajú špecifické prípady zaoberajúce sa s najťažšími rotačnými strojmi bloku a výsledky ich analýz budú platné aj pre ostatné menšie zariadenia.

Prípady C.1 analyzuje najväčšiu vysokoenergetickú armatúru bloku. Prípady C.2 analyzuje armatúru v kontajneru s najväčšími rozmermi a výsledky analýzy môžu byť zovšeobecnené pre všetky armatúry v kontajneru. C.3 a C.4 predstavujú analýzy najexponovanejších vysoko energetických armatúr na

sekundárnom okruhu a výsledky analýzy môžu byť zovšeobecnené pre všetky armatúry sekundárneho okruhu. Kategória C.3 pokrýva aj potenciálny dopad striel generovaných plynovými tlakovými nádobami ako vzdušníky v strojovni.

7.2.3.1.2.4 Analýza scenárov

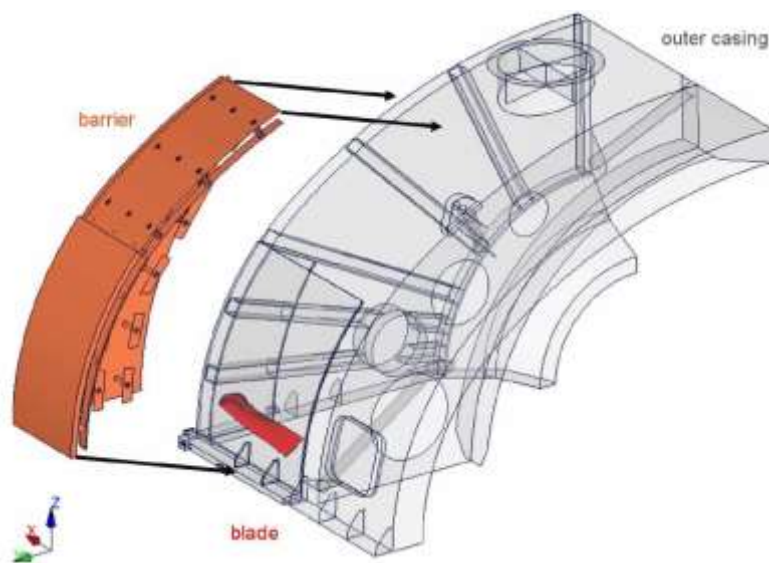
Táto časť prináša stručný prehľad relevantných dostupných analýz a analýz vykonaných podľa metodiky uvedenej v 7.2.3.1.2.1.

A. Turbínové úlomky

A.1 Porucha lopatiek turbíny

Porucha lopatiek turbíny bola analyzovaná v množstve technických správ. Predpoklady uvedených správ boli overené na podmienky vykonávacieho projektu v správe IPR 237 00: OK, ktorá konštatuje: "Na základe výsledkov simulácií vonkajšieho telesa nízkotlakových dielov turbíny a dodatočných ochranných bariér pre turbínové lopatky 5. stupňa, je zrejmé, že lopatka bude bez zvyšku zachytená v priestore ohraničenom telesom a bariérou."

Obr. 7.2.3.1.2-1 Tienenie nízkotlakovkej časti turbíny



Teda prijaté opatrenia sú schopné eliminovať devastačný potenciál hocijakej poruchy lopatiek turbíny. Porucha lopatiek turbíny vedie iba k strate turbíny, čo je bežná prevádzková udalosť a kritériá prijateľnosti nie sú dotknuté.

A.2 Porucha nadotáčkovej ochrany turbíny

Túto udalosť nie je možné vyradiť z bezpečnostnej správy, frekvencia je vyššia ako $1E-7$. Ťažká porucha generátora bude vo všeobecnosti viesť ku strate cirkulačnej chladiacej vody a spôsobí rozsiahle poškodenia zariadenia strojovne, obdobne ako seizmická udalosť.

Je zrejmé, že odstavenie reaktora je neporušené a odvod tepla sa môže vykonať superhavarijnými napájacími čerpadla, ktoré sú tiež neporušené. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchšej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy. Akceptačné kritérium nie je porušené ani v prípade konzervatívnych predpokladov pre prechodové procesy, viď. analýzy v kapitole 7.2.1.6.

Aj napriek tomu, že sú použité vstupné dáta z referenčnej elektrárne EMO12, výsledky sú v dôsledku podobnej konštrukcie platné aj pre MO34, napr. otáčky a hmotnosť častí turbíny ako aj rozmery a usporiadanie strojovne je rovnaké.

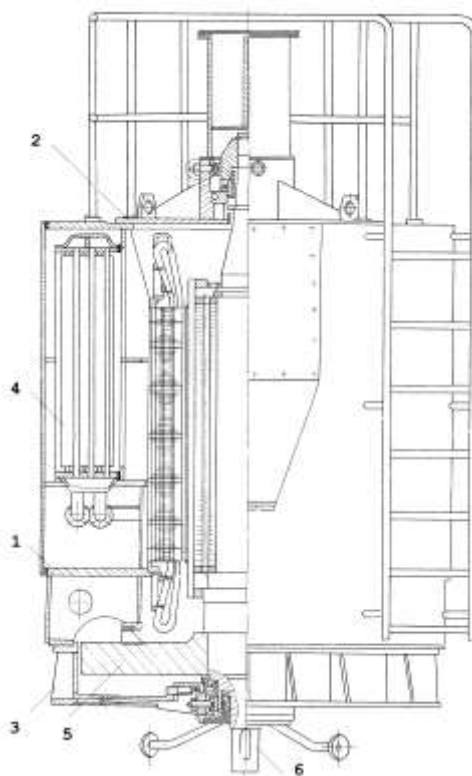
B. Strely generované ťažkými rotačnými strojmi

Táto problematika je plne pokrytá technickou správou, ktorá sa zaoberá hlavne malými časťami rotačných strojov vystrelených v dôsledku vnútorných porúch rotorov, vinutí cievok atď. V dôsledku obmedzených rýchlostí je ich dopad obmedzený len na príslušné zariadenie generujúce strely a nepredstavuje nebezpečenstvo pre svoje okolie. Pretože fyzikálne podmienky predpokladané v technickej správe sú platné aj pre MO34, sú závery tejto správy stále platné. Z uvedeného dôvodu táto správa vykonáva iba niekoľko dodatočných, hlavne kvalitatívnych analýz pre najťažšie rotačné stroje.

B.1 Porucha hlavného cirkulačného čerpadla

Predpokladaný scenár je porucha rotora hlavného cirkulačného čerpadla vedúca k vymršteniu zotrvačníka. Analýza pozostáva z jednoduchého manuálneho výpočtu na základe podkladov v IPR 237 00.

Obr. 7.2.3.1.2-2 El. motor hlavného cirkulačného čerpadla (zotrvačník – položka 5)



Dráha strely je limitovaná kruhovou geometriou kobky a aj keď bude zotrvačník vystrelený k najbližšiemu zariadeniu, škoda bude obmedzená iba na hlavnú uzatváraciu armatúru, čo môže viesť k obmedzenej LOCA a k poškodeniu susedného čerpadla.

Ak sa zoberie krytovanie motora, ktoré pohltí podstatnú časť energie, potom udalosť nevedie k narušeniu kritérií prijateľnosti: regulácia reaktivity nie je ohrozená, odvod tepla môže byť zabezpečovaný prirodzenou

cirkuláciou. Potenciálna LOCA, ktorá môže vyplývať zo scenára, je analyzovaná v 7.2.1.7 a integrita fyzických bariér nie je ohrozená. Je zrejmé, že odstavenie reaktora je neporušené alebo aktivované a odvod tepla sa môže vykonať hlavnými alebo havarijnými alebo superhavarijnými napájacími čerpadlami, ktoré sú tiež neporušené. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchšej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy, pretože sú dostupné aspoň 2 trasy. konzervatívne predpoklady, ktoré vyvažujú možnú neurčitost' dát.

B.2 Porucha hlavného napájacieho čerpadla, B.3 Porucha vzduchotechnického systému

Na základe výsledkov z IPR 237 00 ako aj výsledku analýzy hlavného cirkulačného čerpadla nebol zvyšok skupiny analyzovaný. Energia hocijakej časti hlavného napájacieho čerpadla ako aj energia akejkoľvek časti vzduchotechnického systému je menšia ako energia zotrvačníka. Je zrejmé, že odstavenie reaktora je neporušené alebo aktivované a odvod tepla sa môže vykonať havarijnými alebo superhavarijnými napájacími čerpadlami, ktoré sú tiež neporušené. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchšej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy. Akceptačné kritérium nie je porušené ani v prípade konzervatívnych predpokladov pre prechodové procesy, viď. analýzy v kapitole 7.2.1.6.

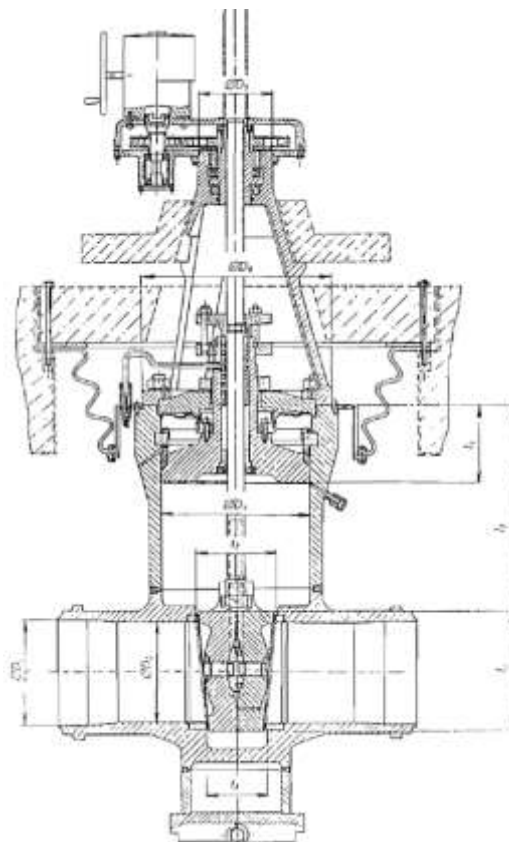
C. Strely generované časťami vysokotlakých potrubí, ako armatúry atď.

Problematika interne generovaných striel z porúch vnútorných častí armatúr je detailne pokrytá v IH 06 VS/17191-S, ktorá bola pripravená pre bezpečnostnú správu EMO12 a aplikovateľná pre MO34. Uvedená správa neidentifikovala žiadne rozpory a záver obsahuje iba všeobecné odporúčania ohľadom údržby, kontrol za prevádzky a odporúčaní pre overenie požiarnych opatrení (dopad striel na káble a rozvádzače).

IH 06 VS/17191-S ako aj táto správa predpokladajú, že vystrelené časti armatúry sa skladajú z hradla, špindle, zvršku armatúry, strmeňa, pohonu s prevodovkou a častí tesniaceho uzla, ktoré predstavujú jedno tuhé teleso. Ako už bolo uvedené, táto správa iba overuje niektoré reprezentatívne scenáre, ktoré pokrývajú všetky typické prípady.

C.1 Hlavná uzatváracia armatúra

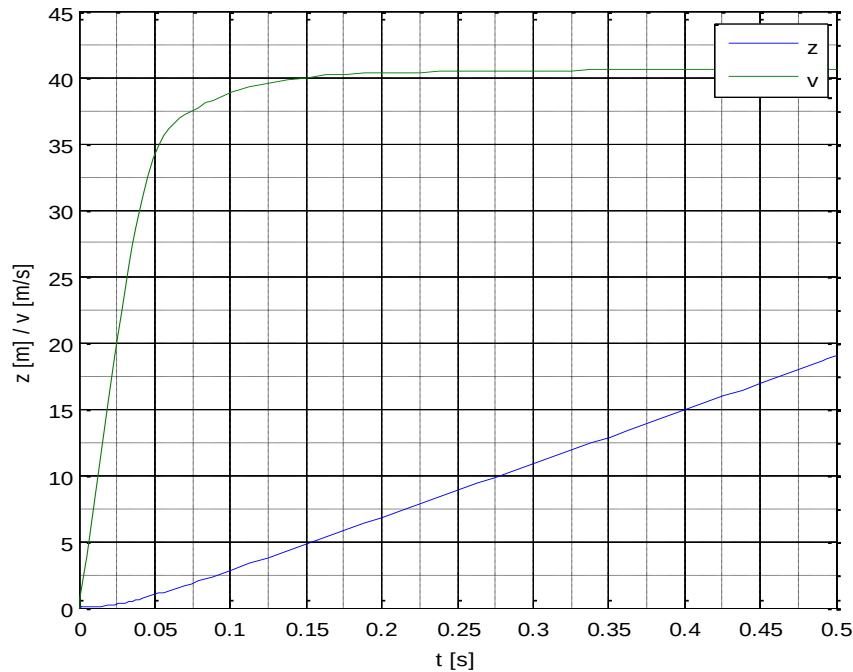
Hlavná uzatváracia armatúra predstavuje najväčšiu strelu, ktorá môže byť generovaná poruchou armatúry.

Obr. 7.2.3.1.2-3 Hlavná uzatváracia armatúra

Charakteristickými vlastnosťami hlavnej uzatváraciej armatúry sú vysoká hmotnosť v dôsledku tienenia montovaného na zvršok a dvojité tesnenie priestoru hradla. Implementácia dvojitého tesnenia vyžaduje niekoľko vnútorných krúžkov pre vymedzenie polohy tlakotesu slúžiaceho ako oddeľovač tlaku. Potenciálne vystrelenie vnútorných častí armatúry vyžaduje rozbitie tlakotesu, ako aj svorníkov zvršku v rovnakej chvíli a takým spôsobom, že úlomky porušeného tlakotesu nebudú blokovať pohyb hradla v telese armatúry.

Dolu uvedený obrázok ukazuje priebeh rýchlosti voľného zvršku, kde bol medzi hradlom a úlomkami porušeného tlakotesu uvažovaný koeficient trenia 0,5 (normálna hodnota pre oceľové povrchy je 0,2). Pohyb vnútorných častí hlavnej uzatváraciej armatúry bude prinajmenej výrazne spomalený, ak nebude zastavený úplne. Ďalší priebeh bude závisieť od typu zrážky. Pružná zrážka zastaví zvršok. Nepružná zrážka môže viesť k deštrukcii tieniacich platní, čo povedie k zmareniu relatívne veľkej časti energie strely, alebo k zastaveniu strely. Navyše v reálnej situácii nebudú svorníky zvršku porušené súčasne ale postupne, čo vnesie značný krútiaci moment, ktorý môže zakliesniť hradlo v telese armatúry alebo vystrelená časť bude prinajmenšom odklonená od stredu prúdu, čo zníži silu ženúcu strelu. Tento predpoklad sa zakladá na popise nehody v Rovne v [II.2]. V danom prípade bolo v krátkom čase roztesnených niekoľko kolektorov parogenerátorov ale bez masívneho dopadu viek kolektorov na príruby parogenerátorových vlezov.

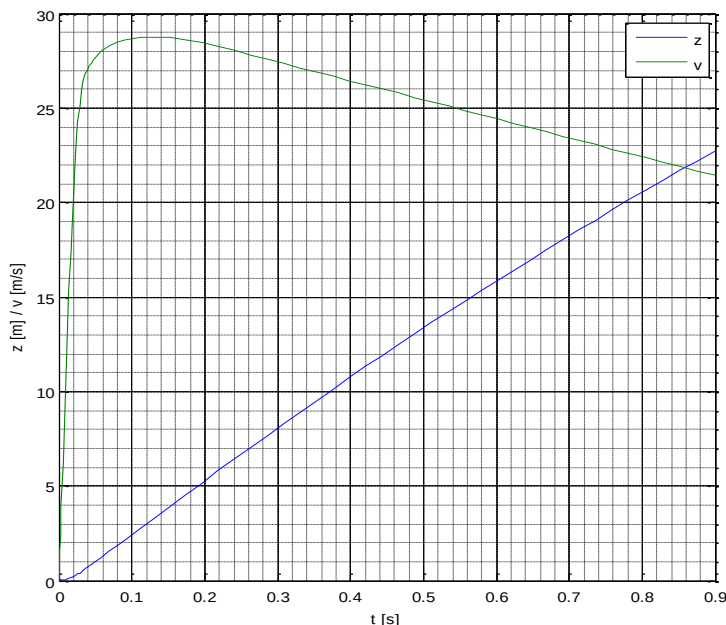
Obr. 7.2.3.1.2-4 „Neobmedzená“ zvršku rýchlosť hlavnej uzatváracej armatúry bez uvažovania zrážky s tienením na podlahe



C.2 Odstrelenie zvršku vysokotlakovej armatúry v kontajnernte

Vysokotlaková armatúra je druhou najväčšou strelou v priestore kontajnernte. Táto armatúra reprezentuje štandardné šupátko a je použitá v častiach systému havarijného dochladzovania a nízkotlakového systému chladenia AZ.

Obr. 7.2.3.1.2-5 Rýchlosť šupátka A00123-0160 v primárnom okruhu bez uvažovania momentu svorníkov



Obr. 7.2.3.1.2-4 poskytuje obdobný pohľad ako Obr. 7.2.3.1.2-5, t.j. vystrelený zvršok armatúry môže spôsobiť vážne bezpečnostné problémy iba vtedy, ak sa bude vystrelená časť správať ako symetrická strela bez vplyvu krútiacich momentov.

C.3 Ustrelenie zvršku armatúry napájacej vody

Rýchlosť odstrelených častí bude podstatne nižšia ako v prípade primárnych armatúr, čo je dôsledkom nižších parametrov médií.

Odstrelenie zvršku armatúry napájacej vody môže iba spôsobiť obmedzený bezpečnostný problém v prípadoch, ak bude armatúra vystrelená ako perfektne symetrická strela:

- Armatúra napájacej vody bude vystrelená z priestoru čerpadiel, čo môže viesť k strate jednej rozvodne.
- Armatúra napájacej vody môže zničiť vedľajšiu trasu napájacej vody alebo v najhoršom prípade jednu z napájacích nádrží. Najhorším dôsledkom bude strata hlavnej napájacej vody, čo je jeden z postulovaných prechodových procesov analyzovaných v relevantnej kapitole 07 bezpečnostnej správy.
- Armatúra z napájacej vody môže poškodiť susedný parovod. Najhorším dôsledkom bude strata jedného parovodu alebo kolektora ostrej pary, čo je jeden z postulovaných prechodových procesov analyzovaných v relevantnej kapitole 07 bezpečnostnej správy.

Táto udalosť nevedie k porušeniu kritérií prijateľnosti: regulácia reaktivity nie je ohrozená, odvod tepla môže byť vykonaný super havarijnými napájacími čerpadlami a integrita fyzických bariér nie je ohrozená.

C.4 Odstrelenie zvršku armatúry na hlavnom parovode

Poruchy armatúr tvoria obdobný problém ako v predošlom objekte. Na dôvažok má deliaca stena medzi primárnym a sekundárnym okruhom vonkajšiu oblicovku, čo zvyšuje jej odolnosť.

Odstrelenie zvršku armatúry na pare môže spôsobiť obmedzený bezpečnostný problém iba v nasledovných prípadoch, ak bude armatúra vystrelená ako perfektne symetrická strela:

- Parná armatúra bude vystrelená z priestoru strojovne, čo môže viesť k strate jednej rozvodne
- Parná armatúra môže zničiť vedľajšiu trasu napájacej vody alebo v najhoršom prípade jednu z napájacích nádrží. Najhorším dôsledkom bude strata hlavnej napájacej vody, čo je jeden z postulovaných prechodových procesov analyzovaných v relevantnej kapitole 07 bezpečnostnej správy.
- Armatúra z napájacej vody môže poškodiť susedný parovod. Najhorším dôsledkom bude strata jedného parovodu alebo kolektora ostrej pary, čo je jeden z postulovaných prechodových procesov analyzovaných v relevantnej kapitole 07 bezpečnostnej správy.

Záverom, táto udalosť nevedie k porušeniu kritérií prijateľnosti: regulácia reaktivity nie je ohrozená, odvod tepla môže byť vykonaný super havarijnými napájacími čerpadlami a integrita fyzických bariér nie je ohrozená.

D. Odstrelenie regulačnej kazety

MO34 používa rovnaký typ reaktora ako referenčná elektráreň EMO12 vrátane regulačných kaziet a ich pohonov. To znamená, že analýzy vykonané v správe IH 06 7319 sú platné aj pre MO34. Citovaná správa konštatuje, že hocijaká časť regulačných kaziet môže byť vystrelená iba v axiálnom smere oproti vrchu traverzy reaktora a žiadna mysliteľná strela nemá dostatočnú energiu na prebitie traverzy. Najhorším dôsledkom je stredná LOCA. Reaktivita je udržiavaná nedotknutými kazetami alebo zabórovaním primárneho okruhu vysokotlakovými čerpadlami ako súčasť činností pri odozve na LOCA. Prevádzka vysokotlakových čerpadiel zabezpečuje okrem udržiavania reaktivity aj odvod tepla a integrita fyzických bariér je udržiavaná vďaka traverze reaktora. Je treba tiež poznamenať, že regulačné kazety majú zabudovaný špeciálny mechanizmus pre zabránenie vystreleniu.

7.2.3.1.2.5 Zhodnotenie bezpečnosti

Vystrelené časti turbín a rotačných strojov majú limitovanú energiu a dosah, takže strely budú zachytávané krytom strojov. V najhoršom prípade bude dopad strely obmedzený na najbližšie okolie. Takáto udalosť, ak sa stane, nebude viesť k porušeniu kritérií prijateľnosti. Najhoršie prípady môžu vyvolať iba postulované iniciačné udalosti ako sú výpadok turbíny, LOCA atď., ktoré sú analyzované v špecifických kapitolách 7.2.1.6 a 7.2.1.7, preukazujúce, že nie sú porušené žiadne akceptačné kritériá.

Časť analýzy zaoberajúca sa s armatúrami (prípady C.1 až C.4) niekoľko krát uvádza, že vystrelenie časti ventilu môže spôsobiť bezpečnostný problém iba v prípade, ak sa bude vystrelená časť správať ako symetrická strela bez vplyvov momentov. Avšak, pravdepodobnosť výskytu takejto udalosti je zanedbateľná z nasledujúcich dôvodov:

- Asymetrické telo ventilov
- Perfektné vystrelenie časti ventilu vyžaduje súčasné ustrihnutie všetkých skrutiek zvršku armatúry
- Motor ventilu je ukotvený systémom kabeláže

Treba tiež poznamenať, že strely generované zlyhaním ventilov nie sú považované za bezpečnostne významný problém, viď [II.7].

Vystrelené časti armatúr v kontajnmemente neohrozujú kontrolu reaktivity a odvod tepla. Ich vedľajším účinkom bude LOCA, viď. analýzy LOCA v 7.2.1.7. Integrita kontajnmementu môže byť ohrozená iba vo veľmi špecifických prípadoch, keď by bola časť armatúry vystrelená ako perfektne symetrická strela bez vplyvu akýchkoľvek krútiacich momentov.

Vystrelené časti armatúr mimo kontajnmementu neohrozujú kontrolu reaktivity a odvod tepla. Ich vedľajším efektom bude vyvolanie postulovaných prechodových procesov. Kinetická energia striel generovaných mimo kontajnmementu je výrazne nižšia ako energia striel pochádzajúcich z primárneho okruhu a vystrelené časti armatúr neohrozujú integritu kontajnmementu, t.j. kritérium prijateľnosti nie je porušené.

Ešte by malo byť uvedené, že strely generované poruchami armatúr nie sú vo všeobecnosti považované za významný bezpečnostný problém, viď. [II.7].

Záverom, odstrelenie regulačnej kazety nenaruša kritériá prijateľnosti lebo všetky mysliteľné strely sú zachytené traverzou reaktora.

Z prezentovaných analýz vyplýva, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti interne generované letiace úlomky, zaradenej do kategórie vnútorných udalostí, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

A. Regulácia reaktivity – overujúca schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po dopade strely je splnená, pretože regulácia reaktivity je alebo nedotknutá alebo je zabezpečená prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných systémov, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

B. Odvod tepla – overujúci schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po dopade strely je splnený, pretože je zabezpečený prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných podsystémov pre odvod tepla, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

C. Integrita kontajnmementu –schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po dopade strely je dodržaná, lebo integrita fyzických bariér nie je ohrozovaná, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

Vyhodnotenie rozhodnutia ÚJD SR č. 267/2008

Hodnotenie interne generovaných striel spôsobených kombináciou externých a interných nebezpečenstiev má zmysel iba pre seizmickú udalosť. Avšak všetky bezpečnostne významné SKK majú príslušnú seizmickú kvalifikáciu pre ISL-2 zemetrasenia, t.j. maximálne projektové zemetrasenie pre danú oblasť. Takže kombinácia interne generovaných striel a seizmickej udalosti je možná len pre nekvalifikované zariadenia. Dopad takýchto kombinácií bude rovnaký ako v prípade analyzovaných scenárov A1, A2, B2, B2 a B3, t.j. kritériá úspešnosti budú splnené.

7.2.3.1.3 Roztrhnutia vysoko energetických potrubí

Nebezpečenstvo je tvorené energetickým potenciálom unikajúceho média z roztrhnutého potrubia, ktorý môže byť zodpovedné za:

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

Vysoko energetické potrubie je akékoľvek potrubie, v ktorom prepravované médium má prevádzkový tlak vyšší ako 2 MPa alebo prevádzková teplota média je vyššia ako 100°C. Potrubné systémy s vysokoenergetickými parametrami tlaku a teploty, ktoré sú prevádzkované počas normálnej prevádzky krátkodobo (do 2%), nie je potrebné za vysokoenergetické považovať. Pre vysokoenergetické potrubia s nominálnym vnútorným priemerom do 25 mm sa s obvodovým roztrhnutím s oddelením priemerov nepočíta.

7.2.3.1.3.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy

Energia švihajúcich vysoko energetických potrubí môže deštruovať bezpečnostne významné systémy, čo môže viesť k porušeniu kritérií prijateľnosti.

Cieľom analýzy je overiť, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 ohľadom následkov švihajúceho potrubia (viď. body 1,2 a 3 v 7.2.3.1.3.1) plnia zákonné požiadavky na jadrovú bezpečnosť.

Postup analýzy

Použitý postup vychádza zo všeobecne platných medzinárodných odporúčaní [II.7], [II.8], [II.9] atď. ako aj z postupu uvedeného v metodike a postupe pre hodnotenie roztrhnutia vysokoenergetického potrubia:

- zmapovanie umiestnenia bezpečnostne významných SKK vo vybraných miestnostiach
- zmapovanie vysoko energetických potrubných systémov, ktoré sa nachádzajú v rovnakom priestore ako dôležité SKK
- verifikácia záverov z analýzy dynamických účinkov, účinkov ostreknutia a sekundárnych účinkov postulovaných potrubí z pohľadu dôležitých SKK a posúdenie schopnosti zachovania definovaných funkcií
- vyhodnotenie plnenia kritérií prijateľnosti

7.2.3.1.3.2 Kritéria prijateľnosti

Švihy potrubia používajú kritéria prijateľnosti, ktoré sú definované v 7.2.3.1.1.5:

- A. Regulácia reaktivity – overuje schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po švihu potrubia
- B. Odvod tepla – overuje schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po švihu potrubia
- C. Integrita kontajneru – overuje schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po švihu potrubia

7.2.3.1.3.3 Miesta hraničných bodov postulovaných roztrnutí a identifikácia medzihraničných postulovaných roztrnutí

Body postulovaných roztrnutí boli identifikované na vysoko energetických trasách, ktoré neboli pokryté hodnotením LBB (Leak Before Break) a boli rozdelené na:

- Miesta hraničných bodov (terminal ends) postulovaných roztrnutí
- Miesta medzihraničných (intermediate) postulovaných roztrnutí

Výber vysoko energetických trás bol založený na literatúre Criteria for the selection of high energy lines to be analyzed a analýzy boli vykonané spôsobom, ktorý vyplýva a je v súlade s postupom uvedeným v metodike a postupe pre hodnotenie roztrnutia vysokoenergetického potrubia.

Miesta hraničných bodov postulovaných roztrnutí

Miesta takzvaných povinných postulovaných roztrnutí alebo hraničných bodov boli identifikované tak aby korešpondovali s:

- priechodkami s pevnými bodmi: to sú konštrukčné prvky umožňujúce pevné spojenie s potrubím prechádzajúcim cez stenu
- fyzickými pevnými bodmi: krajná časť potrubnej trasy napojená na zariadenia alebo ukotvenie potrubia ako tuhé obmedzovače pohybu a tepelnú rozťažnosti potrubia

Miesta medzihraničných postulovaných roztrnutí

Medzihraničné postulované roztrnutia sú roztrnutia určované pomocou procesov potrubných napäťových analýz vykonaných použitím kvalifikovaných potrubných výpočtových kódov a s uvažovaním všetkých mechanických a tepelných zaťažení ako je požadované metodickými príručkami.

Napäťové modely, zastupujúce mechanické systémy zohľadňujúce geometriu, umiestnenie, podpory, atď. boli spojené tak, aby tvorili „mechanické systémy“, kde je každý z nich limitovaný pevnými bodmi

7.2.3.1.3.4 Určenie agresivity pre švihy potrubí

Keď boli zistené všetky miesta postulovaných roztrnutí, bol odhad pre hodnotenie agresivity švihov príslušných potrubí vykonaný podľa metodiky a postupu pre hodnotenie roztrnutia vysokoenergetického potrubia.

Predbežný kvalitatívny odhad pomocou virtuálneho prechádzania elektrárne na 3D modeli bol vykonaný na identifikovanie tých roztrnutí, ktoré podľa odborného odhadu založeného na konfigurácii ich umiestnenia nemohli spôsobiť nebezpečné vzájomné pôsobenie s okolitými bezpečnostnými SKK a potom mohli byť vylúčené z analýz ďalšieho vzájomného pôsobenia. V týchto prípadoch bolo umiestnenie postulovaných roztrnutí uvažované ako „neagresívne“.

Všetky miesta postulovaných roztrnutí, ktoré nemôžu byť vylúčené pomocou vyššie uvedeného predbežného odhadu, boli uvažované ako „potenciálne agresívne“ a boli hodnotené pomocou analýzy švihov voľných potrubí. To znamená, že v závislosti na rozvoja švihu vytvoreného z potrubia a obsiahnutých charakteristík kvapalín a priestorového rozloženia okolitých bezpečnostných cieľov by mohlo roztrnutie potrubia mať za následok nebezpečné vzájomné pôsobenie s bezpečnostnými SKK. Analýza vzájomného pôsobenia bolo vykonaná v postupných krokoch, zvyšujúc presnosť ale tiež komplexnosť analýzy ak predchádzajúci krok dal výsledok agresívneho vzájomného pôsobenie:

- a. Zjednodušená mechanická analýza podľa zjednodušenej tlakovej sily prúdu: najbežnejšie metódy pre hodnotenie švihov potrubí sú Statická analýza alebo Analýza energetickej rovnováhy.
- b. Dynamická elasticko-plastická analýza podľa zjednodušenej prúdovej tlakovej sily: pre Dynamickú analýzu bol použitý softvér pre metódu konečných prvkov a intenzita a trvanie tlakovej sily bola uvažované podľa noriem.
- c. Dynamická elasticko-plastická analýza podľa vypočítanej prechodovej tlakovej sily: to je podobné ako v predchádzajúcom prípade, ale prechodová tlaková sila bola vypočítaná prostredníctvom termo-hydraulickej, nespojitá simulácia (časový priebeh)

Na základe správania sa potrubia z výsledkov analýzy voľného švihu boli hodnotené účinky švihov potrubí na okolité potenciálne ciele dôležité pre bezpečnosť.

Tie roztrhnutia, ktoré mali za následok možnosť, že roztrhnuté potrubie by mohlo fyzicky vzájomne pôsobiť s bezpečnostnými cieľmi, ovplyvňujúc ich integritu, boli hodnotené ako „agresívne“ miesta postulovaného prasknutia a boli definované opatrenia, ako montáž obmedzovačov švihov potrubí.

Z toho dôvodu bol pripravený projekt obmedzovačov švihov potrubí (vrátane výkresov, umiestnenia, výpočtových správ a záťaží na civilné konštrukcie).

Hodnotenie agresívnosti bolo vykonané aplikovaním kritérií.

7.2.3.1.3.5 Vplyvy na podpery potrubí od švihov potrubí

V prípade švihov potrubí boli v priebehu analýzy švihov voľného potrubia na podpery potrubia uvažované mimoriadne záťaže.

Bola vykonaná kontrola integrity podpory, uvažujúc elastické / plastické správanie sa podpory, aby sa zabránilo domino efektom v prípade, že roztrhnutá trasa padne dolu.

Boli uskutočnené ďalšie modifikácie podpier, aby odolali HEPB záťaži a príslušné záťaže boli prenesené na kotviace platne.

Typické prípady analýzy podpier sú publikované v rámci správy Supports integrity assessment - summary report. Jej cieľom bolo overiť štrukturálnu integritu podpier, ktoré boli vystavené záťažiam vychádzajúcim z HEPB udalostí. V prílohe 3 tejto správy sú publikované výsledky analýzy podpier.

7.2.3.1.3.6 Účinky prúdu média

Analýza účinkov prúdu bola vykonaná na základe výsledkov roztrhnutých potrubí; analýza dopadu prúdu média na okolité SKK dôležité pre bezpečnosť bola vykonaná za účelom identifikovania prvkov, ktoré by mali byť zasiahnuté prúdom média, a medzi nimi tie, ktoré sú dôležité pre bezpečnosť. Boli vypočítané možné záťaže vyplývajúce z dopadu prúdu média a na základe konfigurácie prúdu bolo vykonané hodnotenie integrity a schopnosti prevádzky ovplyvnených bezpečnostne klasifikovaných SKK.

Hodnotenie integrity a schopnosti prevádzky bolo vykonané pomocou:

- Kvalitatívnych hodnotení
- Zjednodušujúcich výpočtov
- Analýzy konečných prvkov prostredníctvom určeného softvéru

Ak bolo pre SKK dôležité pre bezpečnosť preukázané, že by boli poškodené dopadom prúdu média, predpokladala sa inštalácia ochrany proti prúdu média a bol pripravený projekt ochrany proti prúdu (vrátane výkresov, umiestnenia, výpočtových správ a zaťažít na civilné konštrukcie).

Dopad prúdu média z dôvodu netesných trhlín sa uvažoval ako nevýznamný.

7.2.3.1.3.7 Sekundárne účinky

Hodnotenia sekundárnych účinkov v dôsledku roztrhnutia potrubia boli tiež vyčíslené a pozostávajú z prechodového procesu pri vnútornej záplave a modifikácie podmienok okolia (tlak, teplota).

Cieľom tejto analýzy je overiť schopnosť existujúcich technických opatrení na zmiernenie účinkov na túto plochu, ovplyvnenú postulovanými roztrhnutiami tak, aby sa nezabránilo obývateľnosti blokovej dozorne ani prístupu k okolitým plochám, ktoré sú dôležité pre bezpečné riadenie činnosti reaktora alebo potrebné na vyrovnanie sa s následkami roztrhnutia potrubia.

Záplava:

Hodnotenie záplavy bolo založené na nasledovných metodických prístupoch:

1. Identifikácia súboru miestností, kde sa nachádzajú aktívne zariadenia týkajúce sa bezpečnosti (ciele záplavy), ktoré by mohli byť ovplyvnené následkami interných záplav, vrátane účinkov vodnej sprchy a straty podporných systémov v dôsledku záplavy.
2. Identifikácia súboru miestností, kde sa nachádzajú aj hlavné zdroje pre vnútornú záplavu, vrátane vysoko energetických trás, ktoré boli uvažované v HEPB analýzach, aj možné aktívne bezpečnostné ciele a definícia možných ciest záplavy.
3. Identifikácia možných porúch so spoločným spôsobom zlyhania.

Modifikácia podmienok okolia

Rozsah overovania mal preukázať, že účinky HEPB na podmienky okolia boli správne uvažované pre kvalifikáciu aktívnych bezpečnostných zariadení a zariadení týkajúcich sa bezpečnosti. Boli urobené nasledovné predpoklady:

- Pasívne zariadenia týkajúce sa bezpečnosti, ako potrubia, nádrže, nádoby, tepelné výmenníky, ručné armatúry, spätné armatúry, poistné ventily, škrtiace clony, a pod. boli uvažované, že nebudú poškodené drsnými podmienkami prostredia.
- Pre aktívne bezpečnostné zariadenia zložené z aktívnej a pasívnej časti (napr. armatúra je zložená z telesa a servopohonu), umiestnených v rôznych miestnostiach, miestnosti zahrnuté v analýze boli iba tie, v ktorých sa nachádzala aktívna časť.
- Aktívne zariadenia týkajúce sa bezpečnosti, ktoré nemusia meniť svoj stav (otvorené / zatvorené alebo zapnúť / vypnúť), aby vykonali svoju bezpečnostnú funkciu, neboli uvažované pri hodnotení.

Podobne ako pri hodnotení záplav bol prijatý nasledovný metodický prístup:

1. Identifikácia súboru miestností, kde sa nachádzajú aktívne zariadenia týkajúce sa bezpečnosti (ciele) ohrozené následkami vnútorných udalostí (z hľadiska podmienok okolia v miestnosti)

2. Identifikácia súboru miestností, kde sa nachádzajú aj zdroje vnútorných prechodových procesov, v tomto prípade vysoko energetické trasy, ktoré boli uvažované v analýzach HEPB, aj možné aktívne bezpečnostné ciele.
3. Identifikácia možných porúch so spoločným spôsobom zlyhania.

7.2.3.1.3.8 Výsledky

Finálne výsledky činnosti HEPB boli zhrnuté v 2 technických správach.

Každá správa rekapituluje závery z analýzy HEPB z hľadiska:

- Identifikácie roztrhnutia potrubia a hodnotenia príslušnej agresivity
- Na základe výsledkov o agresivite definovali prvky na odstránenie akéhokoľvek riziko pochádzajúce z roztrhnutia vysoko energetického potrubia spôsobené účinkami švihov alebo prúdu média.
- Hodnotenia sekundárnych účinkov na dokázanie, že existujúce prvky sú vyhovujúce z pohľadu ochrany.
- Vplyvov na existujúce podpery a príslušné prostriedky ochrany na zabránení akéhokoľvek „domino efektu“ spôsobeného roztrhnutiami potrubí.

Celkové výsledky dokazujú, že v súlade s metodikou všetky predpokladané prvky (ochrany proti prúdu média, obmedzovače švihov potrubí) zaručia integritu SKK a ich schopnosť splniť definované funkcie.

Vykonané analýzy nezistili žiadne bezpečnostne významné prípady záplav. Tento výsledok tiež podporujú výstupy analýzy vnútorných záplav, ktoré sú prezentované v Prílohe 2 správy Interné nebezpečenstvá.

Podobné stanovisko sa môže urobiť v prípade modifikácií podmienok okolia, kde je rýchly zmena podmienok napojená najmä s udalosťou LOCA; predsa len zariadenia kontajnementu majú adekvátnu kvalifikáciu na to, aby odolali zmeneným podmienkam.

7.2.3.1.3.9 Hodnotenie bezpečnosti

Všetky vyššie uvedené analýzy dokazujú úspešnú úroveň ochrany proti účinkom švihov potrubí / účinkom prúdu média na významné bezpečnostné zariadenia. Vždy keď to bolo potrebné, boli doplnené inštalácie obmedzovačov alebo zosilnené podpery na eliminovanie agresivity roztrhnutia potrubí.

Výpočty boli tiež vykonané na preukázanie integrity priechodiek, ktoré musia byť uvažované ako fyzické bariéry, od účinkov švihov potrubí.

Z prezentovaných analýz vyplýva, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti švih potrubia, zaradenej do kategórie vnútorných udalostí, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

A. Regulácia reaktivity – overujúca schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po švihu potrubia je splnená, pretože regulácia reaktivity je alebo nedotknutá alebo je zabezpečená prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných systémov, čo plyní z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

B. Odvod tepla – overujúci schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po švihu potrubia je splnený, pretože je zabezpečený prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných podsystémov pre odvod tepla, čo plyní z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

C. Integrita kontajneru – overujúca schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po švihu potrubia je dodržaná, lebo integrita fyzických bariér nie je ohrozovaná, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

Vyhodnotenie rozhodnutia ÚJD SR č. 267/2008

Hodnotenie švihov potrubí spôsobených kombináciou externých a interných nebezpečenstiev má zmysel iba pre seizmickú udalosť. Avšak všetky bezpečnostne významné SKK majú príslušnú seizmickú kvalifikáciu pre SL-2, t.j. maximálne projektové zemetrasenie pre danú oblasť. Takže kombinácia švihov potrubí a seizmickej udalosti je možná len pre nekvalifikované zariadenia s vyššie uvedeným predpokladmi. Kritériá úspešnosti budú splnené.

7.2.3.1.4 Pád bremena

Táto časť pojednáva najmä s pádmi ťažkých bremien, pretože dostatočné rezervy proti zboreniu relevantných vnútorných konštrukcií sú plne pokryté seizmickou kvalifikáciou a extrémne prípady z vonkajšieho zaťaženia sú plne pokryté kapitolou 5.4. Detailnejší popis zdvíhacích zariadení pre relevantné prípady je uvedený v častiach bezpečnostnej správy pojednávajúcimi so súvisiacimi systémami.

7.2.3.1.4.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy

Potenciálna energia ťažkého bremena môže ovplyvniť bezpečnostne významné systémy, čo môže viesť k porušeniu kritérií prijateľnosti.

Cieľom analýzy je overiť, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 ohľadom pádov ťažkých bremien plnia zákonné požiadavky na jadrovú bezpečnosť.

Postup analýzy

Analýzy pádu ťažkého bremena používajú priamočiary postup pozostávajúci z nasledovných krokov:

- Definovanie deštruktívneho potenciálu z prepráv ťažkých bremien, t.j. kinetická alebo potenciálna energia uvoľneného bremena je dostatočná na poškodenie okolitých konštrukcií
- Vyhodnotenie odolnosti relevantných zariadení (stavebných konštrukcií) a účinkov aplikovaných ochranných opatrení (ak sú použité)
- Vyhodnotenie škôd pri páde bremena a dopad pádu bremena na plnenie kritérií úspešnosti vrátane pádov bremien spôsobených internými poruchami zdvíhacích zariadení

7.2.3.1.4.2 Kritéria prijateľnosti

Pád bremena používa kritériá prijateľnosti definované 7.2.3.1.1.5:

- A. Regulácia reaktivity – overuje schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po páde bremena
- B. Odvod tepla – overuje schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po páde bremena
- C. Integrita kontajneru – overuje schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po páde bremena

7.2.3.1.4.3 Špecifikácia analyzovaných scenárov

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 iba:

- A. Reaktorová hala
- B. Miestnosti havarijných doplnovacích systémov
- C. Kobky diesel generátorov
- D. Superhavarijné napájacie čerpadlá
- E. Čerpacia stanica technickej vody dôležitej
- F. Strojovňa

Dopad ťažkého bremena v hore uvedených oblastiach predstavuje aj zoznam iniciačných udalostí.

7.2.3.1.4.4 Analýza scenárov

Bežná činnosť dvíhacích zariadení je riadená niekoľkými predpismi, ako sú 0 PI/7013 – Prevádzka viazacích prostriedkov a nákladov a 0 PI/7046 – Prevádzka zdvíhacích zariadení SE – EMO12.

A. Reaktorová sála

Definovanie deštruktívneho potenciálu z prepráv ťažkých bremien

Ťažké bremená vnútorných častí reaktora majúce váhu okolo sto ton sú prepravované počas výmeny paliva mostovými žeriavmi. Pád takéhoto nákladu je schopný zničiť konštrukcie budovy a narušiť bezpečnostné funkcie zariadenia primárneho okruhu. Transporty v reaktorovej hale zahŕňajú aj prepravy zavážacieho stroja ako aj kontajner na prepravu vyhoretého paliva z bazénu skladovania. Preprava kontajnera je vedená von z primárneho okruhu a môže byť vykonávaná počas plnovýkonovej prevádzky bloku.

Vyhodnotenie odolnosti a účinok prijatých ochranných opatrení

- Odolnosť relevantných konštrukcií bola hodnotená v rámci bezpečnostných opatrení IH 08 a bola hodnotená počas vývoja vykonávacieho projektu. IH 08 určilo vnútorné časti reaktora a kontajner vyhoretého paliva TK-C-30 ako dominantné nebezpečenstvá.

Vyhodnotenie škôd pri páde bremena a dopad pádu bremena na plnenie kritérií úspešnosti

Hore uvedené opatrenia sú považované za dostatočné pre elimináciu potenciálneho nebezpečenstva vneseného pádom ťažkého bremena. Kritériá prijateľnosti nie sú ohrozované, lebo prijaté opatrenia sú schopné predchádzať následkom dopadu ťažkého bremena v reaktorovej hale.

B. Miestnosti havarijných doplňovacích systémov

Definovanie deštruktívneho potenciálu z prepráv ťažkých bremien

Zdvíhacie zariadenia pozostávajú z podvesných mostových žeriavov a sady elektrických a ručných kladkostrojov, ako aj zo zabudovaných koľajníc pre zavesenie ručných kladkostrojov. Príslušný prevádzkový predpis je 0 PI/7029 Prevádzka žeriavov a zdvíhacích zariadení - Podporné systémy primárneho okruhu.

Vyhodnotenie odolnosti a účinok prijatých ochranných opatrení

Pády prepravovaných nákladov počas údržby pozostávajúce z jednoduchých častí čerpadiel môžu poškodiť iba pohotovú (rezervnú) časť príslušnej redundancie. Ak sa zoberie do úvahy hmotnosť prepravovaných nákladov (pre časti čerpadiel je to niekoľko sto kilogramov), je zrejmé, že tieto bremená nie sú schopné spôsobiť deštrukciu konštrukcií (Miestnosti havarijných doplňovacích systémov sú situované na najnižšom podlaží, takže dopady pádu bremena na stavenú konštrukciu ako takú sú zanedbateľné).

Vyhodnotenie škôd pri páde bremena a dopad pádu bremena na plnenie kritérií úspešnosti

Pád prepravovaného bremena môže zasiahnuť časť zariadení ako armatúry, odberové trasy atď. Dôsledky budú závisieť od aktuálnej konfigurácie, ale pád môže ovplyvniť iba ďalšie zariadenia príslušnej redundancie a nemôže viesť k vážnym následkom.

Záverom, kritériá prijateľnosti nie sú ovplyvnené, lebo regulácia reaktivity a odvod tepla sú nedotknuté a integrita fyzických bariér nie je ohrozená.

C. Kobky diesel generátorov

Diesel generátory predstavujú obdobný prípad ako miestnosti havarijných doplnovacích systémov. Príslušné zariadenia sú umiestnené v oddelených kobkách, takže akýkoľvek pád nemôže ovplyvniť susedné diesle.

D. Superhavarijné napájacie čerpadlá

Kobky superhavarijných napájacích čerpadiel predstavujú obdobný prípad ako miestnosti havarijných doplnovacích systémov. Jednotlivé redundancie sú umiestnené v oddelených miestnostiach, takže akýkoľvek pád nemôže ovplyvniť susedné čerpadlá. Navyše takáto udalosť je možná iba počas údržby podsystemu. Pretože tento systém je používaný ako núdzový systém pre odvod tepla prevádzkovaný v pohotovostnom režime jeho nepohotovosť nemá priamy dopad na plnenie kritérií prijateľnosti ani vtedy, ak sa táto udalosť stane počas doby kedy podsystem pohotový.

E. Čerpacia stanica technickej vody dôležitej

Definovanie deštruktívneho potenciálu z prepráv ťažkých bremien

Najťažšie náklady prepravované jedným z dvoch mostových žeriavov sú časti čerpadiel technickej vody.

Vyhodnotenie odolnosti a účinkov prijatých ochranných opatrení

Pád ťažkého nákladu z veľkej výšky môže spôsobiť lokálne poškodenie konštrukcie budovy a narušiť prevádzku iných čerpadiel. V najhoršom prípade môže viesť pôsobenie pádu ku strate jednej redundancie.

Vyhodnotenie škôd pri páde bremena a dopad pádu bremena na plnenie kritérií úspešnosti

Aj keď môže pád ťažkého bremena viesť ku strate jednej redundancie technickej vody dôležitej, kritériá prijateľnosti nie sú dotknuté, pretože regulácia reaktivity a odvod tepla sú nedotknuté a integrita fyzických bariér nie je ohrozená.

F. Strojovňa

Definovanie deštruktívneho potenciálu z prepráv ťažkých bremien

Najťažšou prepravovanou časťou je stator generátora. Vo všeobecnosti si každá oprava turbín vyžaduje niekoľko prepráv ťažkých častí majúcich hmotnosť niekoľko ton. Príslušný prevádzkový predpis je 0 PI/7029 Prevádzka žeriavov a zdvíhacích zariadení - strojovňa.

Vyhodnotenie odolnosti a účinkov prijatých ochranných opatrení

Pády ťažkých bremien môžu spôsobiť deštrukciu konštrukcií budovy a narušiť činnosť systémov elektrárne (technická voda dôležitá, dochladzovanie, napájacie čerpadlá atď.).

Pre zabránenie vážneho poškodenia potrubí technickej vody dôležitej pripojenej k dochladzovaniu bola prijatá skupina administratívnych opatrení:

- Ak sa ide prepravovať náklad, ktorého hmotnosť presahuje 50% nosnosti žeriavu, musí byť overená funkčnosť žeriavu a jeho bŕzd
- Ťažké časti sú skladované v určených oblastiach podľa špecifických prepravných plánov
- Pre prepravy sú vytýčené zakázané oblasti (technická voda dôležitá, technologické kondenzátory atď.)

Vyhodnotenie škôd pri páde bremena a dopad pádu bremena na plnenie kritérií úspešnosti

Hore uvedené opatrenia sú považované za dostatočné pre elimináciu potenciálneho nebezpečenstva vyvolaného pádom ťažkého bremena. Stále však existuje možnosť, že potenciálny pád nákladu môže zničiť pracujúcu turbínu, hlavné napájacie čerpadlá a havarijné napájacie čerpadlá vrátane poškodenia jednej redundancie technickej vody dôležitej. Takáto nehoda vedie iba k jednej z postulovaných iniciačných udalostí ako strata napájacej vody, ktorá je analyzovaná v špecifickej časti 7.3.2.1. Kritériá prijateľnosti sú stále plnené, t.j. dôležité bezpečnostné funkcie sú zaisťované redundantnými systémami a integrita kontajneru nie je ohrozená.

Je zrejmé, že odstavenie reaktora je neporušené a odvod tepla sa môže vykonať aspoň superhavarijnými napájacími čerpadlami, ktoré sú tiež neporušené. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchšej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy. Akceptačné kritérium nie je porušené ani v prípade konzervatívnych predpokladov pre prechodové procesy, viď. analýzy v kapitole 7.2.1.6.

7.2.3.1.4.5 Zhodnotenie bezpečnosti

V danom prípade sú implementované dostatočné technické a administratívne opatrenia eliminujúce narušenie kritérií prijateľnosti. Hocijaký pád bremena spôsobuje iba limitovaný dopad. Výnimkou je preprava v reaktorovej hale, avšak takéto prepravy používajú okrem technických opatrení veľmi prísne pravidlá pre eliminovanie dôsledkov dopadov na stavebné konštrukcie.

Z prezentovaných analýz vyplýva, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti pád bremena, zaradenej do kategórie vnútorných udalostí, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

A. Regulácia reaktivity – overujúca schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po páde bremena je splnená, pretože regulácia reaktivity nie je dotknutá

B. Odvod tepla – overujúci schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po pád bremena je splnený, pretože odvod tepla nie je dotknutý alebo je zabezpečený prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných podsystémov pre odvod tepla, čo plyní z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

C. Integrita kontajneru – overujúca schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po švihu potrubia je dodržaná, lebo integrita fyzických bariér nie je ohrozovaná, čo plyní z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

Vyhodnotenie rozhodnutia ÚJD SR č. 267/2008

Hodnotenie pádu ťažkého bremena spôsobeného kombináciou externých a interných nebezpečenstiev má zmysel iba pre seizmickú udalosť. Avšak všetky objekty obsahujúce analyzované zdvíhacie zariadenia majú príslušnú seizmickú kvalifikáciu pre ISL-2, t.j. maximálne očakávané zemetrasenie pre danú oblasť. Takže kombinácia pádu ťažkého bremena a seizmickej udalosti nie je požiadavka projektu.

7.2.3.1.5 Vnútorne požiare a výbuchy

Riziko vzniku požiaru je možné považovať za jedno z najväčších rizík závažných havárií, hlavne vo význame domino efektu. Rizikové sú hlavne zariadenia s vyšším množstvom horľavých látok. Analýza výbuchov pokrýva iba výbuchy v dôsledku úniku horľavých plynov zo systémov elektrárne.

7.2.3.1.5.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy

Vnútorne požiare a výbuchy môžu zničiť bezpečnostne významné systémy, čo môže viesť k porušeniu kritérií prijateľnosti.

Cieľom analýzy je overiť, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 ohľadom vnútorných požiarov a výbuchov plnia zákonné požiadavky na jadrovú a požiaru bezpečnosť.

Vnútorne požiare

Úlohou ochrany proti vnútorným požiarom je

- Predchádzanie vzniku požiarov, požiaru prevencia - Pasívne protipožiarne systémy, t.j. systémy nepotrebuje elektrické napájanie
- Včasné zisťovanie a hasenie tých požiarov, ktoré napriek prevencii vznikli, obmedzovanie škôd - Aktívne protipožiarne systémy
- Predchádzanie šíreniu tých požiarov, ktoré neboli uhasené, minimalizácia ich účinkov na bezpečnostné funkcie jadrovej elektrárne - Systémy pre zmiernenie účinkov požiarov, delenie požiarnych úsekov v príslušných častiach elektrárne, požiarne klapky atď.

Pre bezpečnostné analýzy vnútorných požiarov sa prioritne vychádza z projektovej ochrany proti požiarom, vid. Kap. BS 6.09.

Definované predpoklady pre hodnotenie:

- je postulovaný požiar, ktorý môže vzniknúť na ľubovoľnom mieste v JE
- požiar sa považuje za jednoduchú poruchu
- v rovnakom čase môže vzniknúť v areáli JE iba jeden požiar
- nepostuluje sa výskyt požiaru s výskytom inej udalosti v rovnakom čase

Postup analýzy

Pre každý analyzovaný požiaru úsek je zvolený postup analýzy nasledovne:

- Opis požiarneho úseku
- Zoznam bezpečnostne významných zariadení
- Požiaru odolnosť a separácia úseku (šírenie sa požiaru do iných PU)
- Analýza dôsledku požiaru
- Hodnotenie plnenia kritérií prijateľnosti

Vnútorne výbuchy

Postup analýzy vnútorných výbuchov je analogický metodike uplatnenej pre požiare s tým rozdielom, že sú postulované konkrétne PIU pre udalosti spojené s vnútorným výbuchom. Pre tieto PIU je stanovená hraničná udalosť z hľadiska účinkov na dôležité stavebné objekty MO34. Pri hodnotení účinkov hraničnej PIU sa posudzuje, či systémy a zariadenia identifikované v JE pre plnenie bezpečnostných funkcií spĺňajú definované kritériá prijateľnosti.

7.2.3.1.5.2 Kritéria prijateľnosti

Analýzy vnútorných požiarov a výbuchov používajú kritéria prijateľnosti definované v kap. 7.2.3.1.1.5 v súlade so všeobecnými požiadavkami [II.28]:

- A. Regulácia reaktivity – overuje schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po vnútornom požiari / výbuchu
- B. Odvod tepla – overuje schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po vnútornom požiari / výbuchu
- C. Integrita kontajneru – overuje schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po vnútornom požiari / výbuchu

7.2.3.1.5.3 Špecifikácia analyzovaných scenárov

Vnútorne požiare

Pretože elektráreň obsahuje niekoľko stoviek požiarneho úseku, pre overenie odolnosti bloku boli do analýz zaradené najrepresentatívnejšie scenáre. Pre výber scenárov boli uplatnené nasledovné kritéria výberu :

- Najvyšší príspevok k CDF podľa výsledkov PSA (Príloha P01.5)
- Nebezpečné kombinácie (kombinácie vedúce k strate bezpečnostného podsystému a schopné iniciovať vážnu IU, napr. LOCA)
- PU s veľmi vysokým požiarным zaťažením (možnosť rozšírenia sa požiaru)
- Špecifické prípady (napr. kríženie bezpečnostných trás) vybrané odborným posúdením

Kritéria výberu analyzovaných PU (požiarneho úseku) zaručujú dostatočný konzervativizmus, tak aby boli analyzované obáľkové prípady s najhoršími dopadmi na bezpečnosť JE.

Na základe uvedených zdôvodnení boli ako obáľkové prípady vybrané nasledovné scenáre:

- A. Elektrická rozvodňa I. kategórie 3. systém a RPS 3. systém
- B. Strojovňa
- C. Bloková dozorná

Vnútorné výbuchy

Ako zdroje výbuchov, boli vybrané obálkové prípady, ktoré definujú hraničnú udalosť z hľadiska účinkov na dôležité stavebné objekty MO34 a zariadenie vo vnútri objektov. Vybrané boli všetky objekty s potenciálom výbuchu.

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

7.2.3.1.5.4 Analýza scenárov

Vnútorné požiare

A. Elektrická rozvodňa I. kategórie 3. systém a RPS 3. systém

Zoznam bezpečnostne významných zariadení:

- Skrine 3.systému RPS
- Kabeláž – M (3. systém)
- Elektrické rozvodne 0,4 kV
- Rozvádzač DC 220V
- Usmerňovače
- Striedače

Požiarna odolnosť úseku:

Stupeň požiarnej bezpečnosti - II.

Požiarny úsek má samočinné hlásiče elektrickej požiarnej signalizácie, ale nie je inštalované stabilné hasiace zariadenie.

Šírenie sa požiaru – v danom PU sú inštalované konštrukcie a dvere s požiarou odolnosťou, vo ventilácií sú inštalované požiarne klapky. Vzhľadom k vypočítanému času trvania požiaru, ktorý je polovičný ako odolnosť PU a požiarnej signalizácií (predpokladá sa včasný zásah požiarnej jednotky), sa neuvažuje šírenie požiaru do okolitých PU.

Vznik požiaru v niektorom mieste (rozvodňa, skriňa RPS) bude lokalizovaný iba v danom mieste, nebude sa šíriť do iných oblastí v dôsledku dostatočných barier a prostriedkov na potlačenie šírenia požiaru. Miestnosť je vybavená samočinnými hlásičmi, je dobre prístupná počas všetkých prevádzkových stavov a predpokladá sa včasný zásah požiarnej jednotky. Detailná analýza požiaru skrine je spracovaná v rámci hodnotenia PSA.

Analýza dôsledkov požiaru:

Scenár požiaru rozvádzačov – požiar rozvádzača, najpravdepodobnejšie spôsobený elektrickým skratom, zásahom ochrán, spôsobí, stratu napájania komponentov napájaných z daného rozvádzača a odpojenie

podružných rozvádzačov. Konzervatívne preto uvažujeme so stratou všetkých podružných rozvádzačov napájaných z rozvádzačov v danom PU.

Scenár požiaru skríň 3. systému RPS – požiar jednotlivých skríň systému RPS môže spôsobiť generovanie falošného signálu, čo môže vyvolať nesprávnu činnosť bezpečnostne významných zariadení, prípadne stratu ich prevádzkyschopnosti. Požiar ktorejkoľvek časti systému vedie ku strate prevádzkyschopnosti celého 3. systému RPS.

Overenie kritérií prijateľnosti:

Požiar v danom požiarom úseku môže viesť k administratívemu odstaveniu reaktora, pretože požiar rozvádzačov, batérií a striedačov nevyvolá inú iniciačnú udalosť. V niektorých prípadoch môže byť vygenerované eventuálne falošné odstavenie reaktora.

Je zrejmé, že odstavenie reaktora je neporušené alebo aktivované a odvod tepla sa môže vykonať hlavnými, havarijnými alebo superhavarijnými napájacími čerpadla, ktoré sú tiež neporušené. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy, pretože sú dostupné aspoň 2 trasy. Akceptačné kritérium nie je porušené ani v prípade konzervatívnych predpokladov pre prechodové procesy, viď. analýzy v kapitole 7.2.1.6.

B. Strojovňa

Zoznam bezpečnostne významných zariadení:

Vzhľadom k veľkému množstvu komponentov sú spomenuté len komponenty dôležité z hľadiska požiaru (či už ako zdroj, alebo komponenty so zásadným množstvom horľaviny – horľavého materiálu).

Ďalej je analyzovaný požiar oleja, jeho možnosti sa šíriť, dôsledky a opatrenia na potlačenie takéhoto požiaru.

Požiar na odolnosť a separácia úseku:

Vzhľadom k špecifickému PU ma strojovňa viacero stupňov ochrany pred požiarom. Všeobecne platí stupeň požiarnej bezpečnosti - I.

Prevádzku zariadení kontrolujú prevádzkoví pracovníci pri pochôdkach.

Strojovňa je chránená samočinnými hlásičmi, na únikových cestách sú inštalované tlačidlové hlásiče. Káblové kanály, priestory a olejové nádrže sú chránené SHZ. V objekte sú umiestnené práškové a snehové hasiace prístroje.

Šírenie sa požiaru – v danom PU sú inštalované konštrukcie a dvere o dostatočnej odolnosti všade tam, kde by sa mohol požiar svojou intenzitou rozšíriť aj do iných PU. Vzhľadom k vypočítanému času trvania požiaru, samočinnnej požiarnej signalizácií (predpokladá sa včasný zásah požiarnej jednotky), prítomnosti pracovníkov a systému SHZ sa neuvažuje šírenie požiaru do okolitých PU.

Analýza dôsledkov požiaru

Scenár požiaru- požiar by mohol byť lokalizovaný na danom komponente, nebude sa šíriť na ostatné komponenty a konzervatívne sa predpokladá poškodenie komponentu tak, aby bol analyzovaný najhorší možný scenár.

Požiar oleja:

Najpravdepodobnejší scenár požiaru oleja je jeho únik z olejového systému TG a nasiaknutie vatovej izolácie potrubných trás. Požiar môže vzniknúť, pretože sa enormne zväčší plocha a tak môže olej začať horieť aj pri teplotách nižších ako je teplota vzplanutia samotného oleja. Avšak z dôvodu samočinnnej požiarnej signalizácie, prítomnosti pracovníkov, systému SHZ, detekcie malých únikov a zváraných spojovacích potrubí s tým, že len v nutnom rozsahu sú použité prírubové spoje, ktoré rešpektujú požiadavky na zvýšenú tesnosť a vibrácie olejového systému, sa nepredpokladá rozšírenie požiaru na samotnú nádrž oleja TG. Navyše sú prírubové spoje na potrubí olejového systému v prevedení s ochranou (bandážami) proti rozstrekú prípadného úniku oleja. Požiar bude rýchlo identifikovaný a úspešne potlačený. Kvôli odstaveniu príslušnej turbíny uvažujeme administratívne odstavenie bloku operátorom.

Samotná nádrž oleja TG má SHZ s pripeňovaním a je vybavená rýchlym vypúšťaním do centrálného olejového hospodárstva, aby bolo možné nádrž v prípade požiaru v blízkosti nádrže bezpečne vypustiť. Na základe týchto opatrení proti požiarom implementovaných v projekte MO34 sa nepredpokladá iná IU ako pri horení úniku oleja.

Overenie kritérií prijateľnosti:

Požiar v danom požiarom úseku môže viesť k odstaveniu príslušného TG, čo má za následok odstavenie príslušnej turbíny, ktorá spôsobí zníženie výkonu reaktora. Najhorším prípadom je výpadok hlavných napájacích čerpadiel z dôvodu straty sania alebo vyvolaný výpadkom kondenzátnych čerpadiel.

Analýza vyjadruje, že odstavenie reaktora je neporušené a odvod tepla sa môže vykonať aspoň superhavarijnými napájacími čerpadla, ktoré sú tiež neporušené. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchšej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy, pretože sú dostupné 3 trasy. Akceptačné kritérium nie je porušené ani v prípade konzervatívnych predpokladov pre prechodové procesy, viď. analýzy v kapitole 7.2.1.6.

C. Hlavná bloková dozorná**Zoznam bezpečnostne významných zariadení:**

Zoznam je uvedený v tab. 1-2 v analýze PSA.

Požiarne odolnosť a separácia úseku:

Stupeň požiarnej bezpečnosti - II.

Miestnosť je vybavená samočinnnými hlásičmi a troma hasiacimi prístrojmi typu HL5.

Šírenie sa požiaru – v danom PU sú inštalované konštrukcie a dvere s požiarou odolnosťou, vo ventilácií sú inštalované požiarne klapky. Vzhľadom k vypočítanému času trvania požiaru, ktorý je polovičný ako odolnosť PU, požiarnej signalizácií a stálej obsluhy, sa neuvažuje šírenie požiaru do okolitých PU.

Miestnosť je vybavená samočinnnými hlásičmi, je dobre prístupná počas všetkých prevádzkových stavov a v miestnosti je stála obsluha. Detailná analýza požiaru skrine je spracovaná v PSA.

Analýza dôsledkov požiaru:

Detailná analýza požiaru všetkých komponentov v danom PU je v PSA. V tab. 1-3 tejto správy je zdôvodnenie iniciačných udalostí. V Tab. 7.2.3.1.5-1 sú vybrané IU, ktoré môže byť vyvolané požiarom na jednotlivých paneloch, ich popis a odkaz na kapitolu riešenia danej IU.

Tab. 7.2.3.1.5-1 Analýza v hlavnej blokovej dozorni

Popis IU	Kapitola z BS
Súčasný výpadok 4 a viac HCC	7.2.1.3
Veľká LOCA	7.2.1.7
Strata chladenia bazénu skladovania	7.2.1.14
LOCA 20-60mm	7.2.1.7
Roztrhnutie hlavného parného kolektoru	7.2.1.5
Strata všetkých čerpadiel dochladzovania	7.2.1.14
Strata všetkých systémov TVD	7.2.1.15
Strata napájacej vody	7.2.1.6
Celková strata vonkajšieho napájania so stratou 1.(2., 3.) podsystému II. Kategórie	7.2.1.6

Overenie kritérií prijateľnosti:

Požiar v danom požiarom úseku môže viesť k viacerým IU, ale relevantne vykonané analýzy v príslušných kapitolách z bezpečnostnej správy, uvedených v Tab. 7.2.3.1.5-1, dostatočne ukazujú, že tieto IU neporušia akceptačné kritériá.

Detailná analýza v tabuľke Tab. 7.2.3.1.5-1 ukazuje, že splnenie kritérií prijateľnosti nie je porušené. Je zrejmé, že odstavenie reaktora je neporušené alebo aktivované a odvod tepla sa môže vykonať hlavnými alebo havarijnými alebo superhavarijnými napájacími čerpadla, ktoré sú tiež neporušené. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchšej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy, pretože sú dostupné aspoň 2 trasy. Tab. 7.2.3.1.5-1 používajú konzervatívne predpoklady, ktoré vyvažujú možnú neurčitost' dát.

Vnútorné výbuchy**PIU A. výbuch vodíka v sklade vodíka**

V analýze NS-S/97/E2523 sú uvedené kvantitatívne výsledky dynamických výpočtov od účinku tlakového zaťaženia pri výbuchu na stavebné objekty dôležité pre bezpečnosť JE. Z hodnotenia vyplýva, že ohrozené hraničným vnútorným výbuchom v sklade vodíka sú niektoré objekty, ale rozsah poškodenia nebol klasifikovaný ako vážny.

Najbližší dispozične situovaný stavebný objekt z vyššie uvedených objektov EMO12 voči miestu výbuchu vodíka je objekt naftového hospodárstva EMO12. Vzdialenosť analogického objektu MO34, ktorý je rovnako najbližšie situovaný voči miestu uvažovaného hraničného výbuchu je približne 6x väčšia. Všetky ostatné stavebné objekty MO34 analogické objektom EMO12 sú situované vo väčších vzdialenostiach od miesta výbuchu. Keďže účinný miestny pretlak je nepriamoúmerný vzdialenosti hodnoteného bodu v stene objektu od miesta úniku, možno konštatovať, že účinok hraničného výbuchu v sklade vodíka na všetky stavebné objekty MO34 bude podstatne nižší ako účinok tohto výbuchu na stavebné objekty EMO12.

Potenciálny výbuch vodíka v sklade vodíka nepredstavuje vážne ohrozenie pre objekty MO34 a nie je schopný porušiť splnenie kritérií prijateľnosti.

PIU B. výbuch vodíka v strojovni

Potenciálny výbuch vodíka v potrubnom rozvode vodíka do strojovne MO34 bude mať rovnaké účinky na priestor strojovne blokov MO34 ako postulovaný prípad pre strojovňu EMO12..

Potrubný rozvod vodíka v strojovni MO34 nadväzuje na dve paralelné potrubné vetvy v strojovni EMO12 a pokračuje pozdĺž strojovne MO34 tesne pozdĺž rady A objektu strojovne k jednotlivým turbogenerátorom.

Ako zásadné opatrenie pre bezpečnosť JE Mochovce boli pre EMO12 v oblasti pred vstupom do strojovne EMO12, inštalované 2 ks oddeľovacích bezpečnostných armatúr, ktoré sú projektované na automatické uzatvorenie trasy (každý samostatne na svojej trase) pri zvýšení prietoku vodíka po roztrhnutí potrubia v hlavnom rozvode vodíka. Toto technické riešenie zásadným spôsobom nie len eliminuje riziko výbuchu vodíka v strojovni EMO12, ale rieši dostatočne aj situáciu pri prasknutí hlavného potrubia rozvodu vodíka v strojovni MO34. V osobitnom rozbere k tejto PIU v strojovni MO34 bolo porovnané množstvo expandujúceho vodíka z miesta postulovaného prasknutia hlavnej potrubnej trasy po izolácii hlavných trás.

Po postulovanom roztrhnutí potrubia hlavného rozvodu vodíka tesne za vstupom do strojovne MO34 prichádzajú do úvahy dva možné scenáre vývoja udalostí. V prípade vznietenia prúdu hneď za miestom roztrhnutia na potrubí, tlakové zaťaženie podľa záverov analýzy nezníži stabilitu steny strojovne.

V prípade, že nedôjde ihneď k vznieteniu, konzervatívne sa predpokladá, že unikajúci vodík sa bude hromadiť v budove strojovne a postulovaný výbuch vodíka po dosiahnutí zmesi vo vzduchu by mohol spôsobiť neprípustné tlakové zaťaženie budovy strojovne.

V podmienkach prevádzky MO 34, sa uvažuje s automatickou činnosťou dodatočne inštalovaných spätných pružinových ventilov v prívode vodíka do strojovne EMO12, ktoré sa automaticky uzatvoria pri náraste prietoku vodíka v poškodenej trase.

V prípade zlyhania ich automatického uzatvorenia má obsluha k dispozícii meranie koncentrácie vodíka detektormi a musí ručnou manipuláciou v miestnom ovládaní uzatvoriť ručné bezpečnostné uzávery vodíka v príslušnej trase, ktoré sa nachádzajú v tých istých trasách a sú im predradené.

V osobitnom rozbere k tejto PIU v strojovni MO34 bolo preukázané, že expandujúce množstvo vodíka z izolovaných trás do miesta netesnosti po automatickom uzatvorení bezpečnostných spätných pružinových ventilov v príslušných trasách (konzervatívne uvažovaná expanzia všetkého vodíka zo všetkých trás obidvoch HVB do miesta v okolí uvažovaného miesta roztrhnutia potrubia) tvorí približne iba 5 % množstva celkového uniknutého vodíka, ktoré by spôsobilo výbušnú zmes.

Z výsledkov vyššie uvedeného hodnotenia je možné vyvodiť záver, že je dosiahnutá akceptovateľná úroveň ochrany voči výbuchu vodíka v strojovni.

PIU C. výbuch zemného plynu v hlavnom rozvoде zemného plynu

Výsledky analýz postulovaný výbuch zemného plynu, vo vysokotlakom alebo nízkotlakom rozvoде potrubia zemného plynu, pre EMO 12, možno v plnej miere využiť pre hodnotenie bezpečnosti MO34 v podmienkach vnútorných výbuchov.

Pre stavebné objekty MO34 však tieto PIU predstavujú záťaž, ktorá je „pokrytá“ **PIU A. Výbuch vodíka v sklade vodíka**, ktorá bola analyzovaná v správe VUJE 01/2004.

Z porovnania tlakových zaťažení, s uvažovaním medzných vzdialeností dôležitých objektov pre bezpečnosť je možné vyvodiť záver, že výbuch vodíka v sklade vodíka predstavuje hraničnú udalosť (projektovú záťaž) aj pre podmienky MO34. Tlakové zaťaženie na najvzdialenejšom stavebnom objekte MO34 (Čerpacia stanica TVD MO34) je podstatne väčšie ako tlakové zaťaženie od postulovaných výbuchov zemného plynu (vysokotlakého resp. nízkotlakého prípadu) na najbližšie situované stavebné objekty MO34 (Naftové hospodárstvo MO34, resp. Budova aktívnych pomocných prevádzok MO34).

Z uvedeného vyplýva, vzhľadom na dispozičné usporiadanie a veľké vzdialenosti bezpečnostne významných SO a systémov 3. a 4. Bloku, že výbuch zemného plynu nepredstavuje žiadny významný zdroj rizika.

7.2.3.1.5.5 Zhodnotenie bezpečnosti

Z prezentovaných analýz vyplýva, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú 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.

A. Regulácia reaktivity – overujúca schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po vnútornom požiari alebo výbuchu je splnená pretože regulácia reaktivity je alebo nedotknutá alebo je zabezpečená prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných systémov čo plyní z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

B. Odvod tepla – overujúci schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po vnútornom požiari alebo výbuchu je splnený pretože je zabezpečený prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných podsystemov pre odvod tepla čo plyní z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

C. Integrita kontajneru – overujúca schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po vnútornom požiari alebo výbuchu je dodržaná lebo integrita fyzických bariér nie je ohrozovaná čo plyní z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

Vyhodnotenie rozhodnutia ÚJD SR č. 267/2008

Hodnotenie požiarov spôsobených kombináciou externých a interných nebezpečenstiev má zmysel iba pre seizmickú udalosť. Avšak všetky bezpečnostne významné SKK majú príslušnú seizmickú kvalifikáciu pre druhú úroveň zemetrasenia, t.j. maximálne očakávané zemetrasenie pre danú oblasť. Takže kombinácia požiarov a seizmickej udalosti je možná len pre nekvalifikované zariadenia. Okrem toho sú všetky bezpečnostné systémy umiestnené v rôznych požiarnych úsekoch tak, aby sa v prípade požiaru v jednom požiarom úseku požiar nemohol rozšíriť do ostatných bezpečnostných systémov. Dopad takýchto kombinácií bude rovnaký ako v prípade analyzovaného scenára B, t.j. kritériá úspešnosti budú splnené. Špecifický prípad sú požiare indukované seizmickou udalosťou v nekvalifikovaných častiach, ktoré sa môžu šíriť do bezpečnostne významných oblastí. Takéto prípady sú analyzované v rámci technickej správy, ktorá deklaruje dostatočnú odolnosť požiarnych úsekov.

7.2.3.1.6 Vnútorne záplavy

Za vnútorné záplavy sa považujú záplavy, ktorých potenciálne zdroje sa nachádzajú priamo vo vnútri elektrárne. Vnútorne záplavy predstavujú pre prevádzku reaktorového bloku riziko zaplavenia a možného poškodenia zariadení dôležitých z hľadiska jadrovej bezpečnosti. Náplňou tejto kapitoly je preto posúdenie bezpečnosti reaktorového bloku z hľadiska vnútorných záplav.

Externé zdroje záplav sú pokryté analýzou externých nebezpečenstiev (viď kap. 7.2.3.2).

7.2.3.1.6.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy

Vnútorne záplavy môžu poškodiť/znefunkčniť dôležité zariadenia a tým zabrániť správnej funkcii zariadení dôležitých z hľadiska bezpečnosti prevádzky reaktorového bloku. Potenciálnymi zdrojmi vnútorných záplav by mohli byť hlavne systémy alebo zariadenia, v rámci ktorých sa skladujú, alebo v ktorých cirkulujú väčšie objemy vody. Príčinami záplav by mohli byť hlavne technické poruchy s následnými únikmi vody, nesprávne konfigurácie systémov, falošné zapracovanie protipožiarneho systému (v tomto prípade je objem vody veľmi malý v porovnaní s originálnym návrhom, pretože projekt MO34 uvažuje vysokotlakový stabilný protipožiarne systém používajúci malé množstvá vody), a pod.

Cieľom analýzy je preukázať, že fyzické a technologické vlastnosti blokov MO34 zahrnuté do projektu, čo sa týka vnútorne generovaných úlomkov, spĺňajú legislatívne požiadavky pre jadrovú bezpečnosť.

Postup analýzy

Analýza následkov vnútorných záplav pozostáva z nasledujúcich hlavných krokov:

- Identifikácia stavebných objektov elektrárne a ich miestností, v ktorých sa nachádzajú systémy dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti a zároveň technologické zariadenia, ktoré by mohli byť zdrojom záplavy
- Identifikácia zdrojov vnútorných záplav, záplavových trás a dotknutých miestností
- Posúdenie potenciálneho vplyvu záplavy na funkciu dotknutých bezpečnostných systémov

7.2.3.1.6.2 Kritériá prijateľnosti

Analýza vnútorných záplav posudzuje plnenie kritérií prijateľnosti, definovaných v kap. 7.2.3.1.1.5, v súlade so všeobecnými požiadavkami danými v [II.4].

- A. Regulácia reaktivity – overuje schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po vnútornej záplave
- B. Odvod tepla – overuje schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po vnútornej záplave
- C. Integrita kontajneru – overuje schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po vnútornej záplave

7.2.3.1.6.3 Výber a špecifikácia analyzovaných scenárov

Ďalej analyzované záplavové scenáre vychádzajú z analýzy interných záplav vypracovanej v rámci Pravdepodobnostnej štúdie JE MO34. Vykonaná analýza zohľadňuje všetky miestnosti v bezpečnostne významných stavebných objektoch, okolo 2000 miestností. V rozsahu analýzy boli identifikované potenciálne záplavové scenáre vrátane ich dôsledkov, ako aj vylúčenie tých scenárov, ktorých dôsledky nepovedú k iniciačnej udalosti alebo nebudú vyžadovať v dôsledku straty zariadení administratívne odstavenie

reaktorového bloku. Navyše analýza vyradila všetky miestnosti, ktorých kumulatívny príspevok k CDF bol nevýznamný. Treba poznamenať, že tento vyraďovací proces používal vcelku konzervatívne kritériá, napr. každý zdroj záplav (potrubie) bol uvažovaný ako katastrofický zdroj záplav, všetky zariadenia v zaplavenej miestnosti boli považované ako nepohotovité, analýza neuvažovala žiadne signály včasnej výstrahy a nápravné opatrenia atď.

Rozhodujúcim kritériom pre výber záplavových scenárov pre účely tejto analýzy bol príspevok záplavového scenára k poškodeniu aktívnej zóny. Ďalším kritériom bola frekvencia scenára pre špecifickú miestnosť.

Ako hlavné zdroje záplav boli identifikované potrubia cirkulačnej vody, technickej vody dôležitej a nádrže havarijného roztoku H_3BO_3 , viď Príloha 2 správy PSA, kap. 3.2.

Na základe vyššie uvedených kritérií bolo vybraných 7 reprezentatívnych scenárov.

7.2.3.1.6.4 Analýza scenárov

Scenár A - Strojovňa HVB

Analyzovaná miestnosť: Suterén strojovne

Zdroj záplavy

Tento úsek obsahuje rozmanité zdroje záplav, ktoré môžu viesť k viacerým scenárom záplav. Zdroje, ktoré vedú k prudkej záplave, sú najmä prívod a vývod cirkulačnej vody z hlavného kondenzátora, , vývod technickej vody nedôležitej, atď..

Šírenie záplavy

Voda sa šíri cez suterén strojovne, kde sa nenachádzajú žiadne bezpečnostne významné komponenty do odvodňovacieho kanálu, ktorá je napojená na zberné jímky a odtiaľ voda pokračuje do priemyselnej kanalizácie.

V najnepriaznivejšom prípade môže voda ohroziť miestnosť, kde sa nachádzajú kondenzátne čerpadlá 1. stupňa pre TG1 (možné ošpliechanie) a miestnosť, v ktorej sa nachádzajú bezpečnostne významné komponenty.

Vplyvom záplavy v tejto miestnosti prichádza k výpadku zariadení a tiež k zaplaveniu zariadení pre seizmické monitorovanie.

Zhodnotenie analyzovaného scenára

Scenár (roztrhnutie prívodu a vývodu cirkulačnej vody pre hlavný kondenzátor) vedie k odstaveniu reaktora z dôvodu výpadku hlavných napájacích čerpadiel a k zaplaveniu elektrických armatúr na prívode technickej vody dôležitej do tepelných výmenníkov sprchového systému. Zaplavenie týchto armatúr spôsobí nepohotovosť sprchového systému v recirkulačnej fáze. Vplyv na systém seizmického monitorovania je nepodstatný.

Je zrejmé, že odstavenie reaktora je neporušené a odvod tepla sa môže vykonať havarijnými alebo superhavarijnými napájacími čerpadla, ktoré sú tiež neporušené. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy. Akceptačné kritérium nie je porušené ani v prípade konzervatívnych predpokladov pre prechodové procesy, viď. analýzy v kapitole 7.2.1.6.

Scenár B - Strojovňa HVB

Analýzovaná miestnosť: Napájacie čerpadlá - olejové hospodárstvo

Zdroj záplavy

Najnepriaznivejší zdroj záplavy od viacerých cirkulačných čerpadiel je rozdeľovacie potrubie k chladiacim čerpadlám napájacej vody a dodávacím cirkulačným pomocným čerpadlám.

Šírenie záplavy

V prípade zaplavenia miestnosti olejového hospodárstva napájacích čerpadiel sa voda šíri do nižších podlaží, t.j. rovnako ako v predchádzajúcom scenári.

Zhodnotenie analyzovaného scenára

Výsledok analýzy scenára záplavy v miestnosti olejového hospodárstva napájacích čerpadiel je analogický ako v predchádzajúcom scenári A.

Scenár C - Strojovňa HVB

Analýzovaná miestnosť: Priestor strojovne

Zdroj záplavy

Ako najnepriaznivejší zdroj záplavy sú uvažované potrubia systému technickej vody dôležitej na chladenie technologického kondenzátora.

Šírenie záplavy

Voda sa šíri rovnakým spôsobom ako v prípade scenára A. Ani keď je objem technickej vody dôležitej pre jednu trasu významne menší a plocha obsahuje iba cirkulačné potrubia malej veľkosti, analýzy predpokladajú podobné následky ako v prípade scenára A.

Zhodnotenie analyzovaného scenára

Výsledok analýzy scenára záplavy v budove strojovne je analogický s predchádzajúcim scenárom A.

Scenár D - Miestnosť čerpadiel a chladičov bazénu vyhoreného paliva

Analýzovaná miestnosť: Miestnosť čerpadiel a chladičov bazénu vyhoreného paliva.

Zdroj záplavy

Ako najnepriaznivejší zdroj záplavy je uvažované prasknutie potrubia technologického systému technickej vody dôležitej.

Šírenie záplavy

Šírenie záplavy sa vzhľadom k hermetickému uzáveru v analyzovanej miestnosti nepredpokladá. Uvažuje sa iba so zaplavením analyzovanej miestnosti, v ktorej sa nachádzajú bezpečnostne významné komponenty. Následkom udalosti bude strata chladenia paliva.

Zhodnotenie analyzovaného scenára

Chladenie bazéna vyhoreného paliva môže byť zaistené použitím vstrekovania vákuobarbotážnym systémom z barbotážnych žľabov alebo použitím systému na zmiernenie následkov ŤH. Použitie oboch systémov poskytuje dostatočný odvod tepla. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchej poruchy pre uvažované zmierňujúce systémy. Akceptačné kritérium nie je porušené ani v prípade konzervatívnych predpokladov pre prechodové procesy, viď. analýzy v kapitole 7.2.1.15.

Scenár E - Reaktorovňa

Analyzovaná miestnosť: Miestnosť nádrží havarijnej zásoby bórového roztoku

Zdroj záplavy

Ako najnepriaznivejší zdroj záplavy je uvažované prasknutie nádrží HSCHZ, s pracovným objemom havarijného roztoku H_3BO_3 .

Šírenie záplavy

Šírenie záplavy sa vzhľadom k hermetickému uzáveru v analyzovanej miestnosti nepredpokladá. Uvažuje sa iba so zaplavením analyzovanej miestnosti, v ktorej sa nachádzajú bezpečnostne významné komponenty.

Zhodnotenie analyzovaného scenára

Udalosť vedie ku strate jednej bezpečnostnej trasy. Z uvedených dôvodov povedie prasknutie nádrží HSCHZ s havarijným roztokom H_3BO_3 k administratívne odstaveniu reaktora.

Je zrejmé, že odstavenie reaktora je neporušené a odvod tepla sa môže vykonať havarijnými alebo superhavarijnými napájacími čerpadla, ktoré sú tiež neporušené, alebo udržiavaním vysokotlakových doplňovacích systémov použitých v režime doplňovania a odpúšťania. Preto akceptačné kritériá nie sú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchej poruchy pre uvažované bezpečnostné systémy. Pretože scenár reprezentuje hladký prechodový proces a je k dispozícii niekoľko bezpečnostných systémov, nie je potrebné aplikovať mimoriadny konzervatívny prístup.

Scenár F - Priestory elektrického zariadenia pozdĺžne - 3. a 4.blok

Analyzovaná miestnosť: Potrubný priestor

Zdroj záplavy

Ako najnepriaznivejší zdroj záplavy v uvedenej miestnosti je uvažované prasknutie nádrže demivody pre ENČ.

Šírenie záplavy

Šírenie záplavy z analyzovanej miestnosti je možné ďalej do miestnosti Chodba cez dvojkrídlové protipožiarne dvere a do miestnosti Priestor vzduchotechniky (miestnosť neobsahuje žiadne bezpečnostne významné komponenty) a odtiaľ po schodisku do nižších podlaží.

Šírením záplavy do miestnosti Strojovňa vzduchotechniky by záplava mohla ohroziť činnosť vzduchotechnického systému, ktorý chladí technologické priechodky.

Ďalej sa predpokladá šírenie záplavy aj do nasledujúcich miestností:

- Predsieň AKU-skladu cez dvojkrídlové protipožiarne dvere a do susednej miestnosti Sklad akubaterií cez dvojkrídlové protipožiarne dvere, kde sa nenachádzajú žiadne bezpečnostne významné komponenty a teda ich zaplavenie nemá vplyv na bezpečnosť elektrárne.
- Miestnosť SKR cez dvojkrídlové protipožiarne dvere, kde sa nenachádzajú žiadne bezpečnostne významné komponenty a teda ich zaplavenie nemá vplyv na bezpečnosť elektrárne.
- Miestnosť a strojovňa vzduchotechniky cez dvojkrídlové protipožiarne dvere. Záplava by mohla ohroziť činnosť vzduchotechnického systému, ktorý chladí technologické priechodky. Zaplavenia by spôsobilo nefunkčnosť systému bez vplyvu na bezpečnosť JE.
- Nesystémové zariadenia SKR, kde sa nenachádzajú žiadne bezpečnostne významné komponenty.
- Miestnosti akubaterií cez dvojkrídlové protipožiarne dvere, ich zaplavenie nemá vplyv na bezpečnosť elektrárne MO34.
- Strojovňa vzduchotechniky cez dvojkrídlové požiarne dvere. Záplava by ohrozila činnosť vzduchotechnických systémov.

Najnepriaznivejší prípad šírenia záplavy je cez schodisko, ako je riešené v rámci scenára A, napriek tomu objem nádrže nie je významný.

Zhodnotenie analyzovaného scenára

Najnepriaznivejším prípadom záplavy v analyzovanej miestnosti je záplava z prasknutej zásobnej nádrže demivody, ktorá slúži na chladenie upchávok hlavných napájacích čerpadiel. Z dôvodu nechladenia upchávok spôsobí záplava neprevádzkyschopnosť systému hlavných napájacích čerpadiel, čo má za následok iniciačnú udalosť *Strata hlavných napájacích čerpadiel*.

Iniciačná udalosť výpadok hlavných napájacích čerpadiel je analyzovaná v rámci Bezpečnostnej Správy v kapitole 7.2.2.6 (Zníženie odvodu tepla z primárneho okruhu sekundárnym okruhom). Citovaná analýza používa konzervatívne predpoklady. Je tiež zrejmé, že niekoľko bezpečnostných systémov ako systémy pre odstavenie reaktora a odvod tepla sú k dispozícii, tak akceptačné kritériá nebudú porušené ani keď sa aplikuje kritérium jednoduchej poruchy.

Scenár G - Priestory elektrického zariadenia pozdĺžne - 3. a 4.blok

Analyzovaná miestnosť: Potrubný priestor

Zdroj záplavy

Ako najnepriaznivejší zdroj záplavy je uvažované prasknutie rozdeľovacích potrubí systému technickej vody dôležitej.

Šírenie záplavy

Analyzovaná miestnosť obsahuje bezpečnostne významné komponenty. Šírenie záplavy a následky sú rovnaké ako v prípade scenára A, hoci jedna trasa technickej vody dôležitej nie je k dispozícii.

Zhodnotenie analyzovaného scenára

Výsledok analýzy scenára záplavy v analyzovanej miestnosti je analogický so scenárom A.

7.2.3.1.6.5 Zhodnotenie bezpečnosti

V prípade niektorých scenárov by zaplavenie mohlo viesť k vyradeniu systémov, ktorých neprevádzkyschopnosť bude v zmysle požiadaviek LaP JE MO34 vyžadovať administratívne odstavenie reaktorového bloku z prevádzky, nespôsobí však priame ohrozenie bezpečnosti prevádzky JE.

Z prezentovaných analýz vyplýva, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti vnútorná záplava, zaradenej do kategórie vnútorných udalostí, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

A. Regulácia reaktivity – overujúca schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po vnútornej záplave je splnená, pretože regulácia reaktivity je alebo nedotknutá alebo je zabezpečená prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných systémov, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

B. Odvod tepla – overujúci schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po vnútornej záplave je splnený, pretože je zabezpečený prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných podsystémov pre odvod tepla, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

C. Integrita kontajneru – overujúca schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po vnútornej záplave je dodržaná, lebo integrita fyzických bariér nie je ohrozovaná, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

Vyhodnotenie rozhodnutia ÚJD SR č. 267/2008

Hodnotenie záplav spôsobených kombináciou externých a interných nebezpečenstiev má zmysel iba pre seizmickú udalosť. Avšak všetky bezpečnostne významné SKK majú príslušnú seizmickú kvalifikáciu pre druhú úroveň zemetrasenia, t.j. maximálne očakávané zemetrasenie pre danú oblasť. Takže kombinácia záplav a seizmickej udalosti je možná len pre nekvalifikované zariadenia. Dopad takýchto kombinácií bude rovnaký ako v prípade analyzovaných scenárov A, B a C, t.j. kritériá úspešnosti sú splnené.

7.2.3.1.7 Elektromagnetická interferencia

Elektromagnetická interferencia (EMI) môže ovplyvniť činnosť niektorých elektrických zariadení v dôsledku elektromagnetického rušenia vznikajúceho vo vnútri systémov JE.

Pre dosiahnutie elektromagnetickej kompatibility (EMC) efektívnym prijateľným spôsobom je nevyhnutná kombinácia súladu medzi:

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. Zaisteným 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. Optimalizáciou EMC tak, aby sa minimalizoval vplyv EMI v priebehu inštalácie SKR systému na 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 SKR systémy dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti.

7.2.3.1.7.1 Charakteristika procesu a cieľ analýzy

Na rozdiel od iných rizikových faktorov pri EMI sa dá zabezpečiť, aby jej vplyv nebol deštruktívny a aby bol len krátkodobý, trvajúci nie dlhšie ako je vlastné trvanie rušivého elektromagnetického podnetu. Po ukončení pôsobenia rušenia sa EZ vracia do normálneho pracovného stavu okrem EZ s pamäťou, v prípade ktorých môže EMI spôsobiť zmenu vnútorného stavu, a teda aj zmenu následného správania.

Podklady pre hodnotenie vychádzajú hlavne z požiadaviek BD EMC koncept a revízie úvodného projektu. Všetky dodané zariadenia musia spĺňať elektromagneticky kompatibilnú prevádzku EZ podľa kvalifikácie EMC 0. Elektromagneticky kompatibilné zariadenia sú schopné pracovať vyhovujúcim spôsobom v definovanom elektromagnetickom prostredí a nevytvárať pritom neprípustné elektromagnetické rušenie.

Preto všetky zariadenia musia spĺňať požiadavky definované v úvodnom projekte, v kap. 4.1. (čo demonštrujú EMC správy zhody dodávateľov a analytické správy o požiadavkách EMC). V niektorých špecifických prípadoch, ak dodávateľ konkrétneho zariadenia nespĺňa všetky požiadavky, musí vypracovať kompletné projektové technické zdôvodnenie odchýlok, ktoré by malo obsahovať: popis odchýlok, dôvod odchýlok, rozsah použiteľnosti odchýlky, návrh hodnotenia akceptovateľnosti odchýlok a hodnotenie, či by dané riešenie mohlo spôsobiť riziká.

Cieľom tejto podkapitoly analýzy je overiť, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 ohľadom EMI plnia zákonné požiadavky na jadrovú bezpečnosť.

7.2.3.1.7.2 Kritéria prijateľnosti

EMI používa kritéria prijateľnosti definované 7.2.3.1.1.5 v súlade so všeobecnými požiadavkami [II.4]:

- A. Regulácia reaktivity – overuje schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po udalosti EMI
- B. Odvod tepla – overuje schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po udalosti EMI
- C. Integrita kontajneru – overuje schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po udalosti EMI

7.2.3.1.7.3 Špecifikácia analyzovaných scenárov

Elektronické zariadenie inštalované v rámci projektu MO34 musí spĺňať požiadavky na odolnosť voči elektromagnetickému rušeniu podľa noriem EN STN pre nasledovné typy rušenia:

- a) Elektrostatické výboje – STN EN 61000-4-2 [II.10].
- b) Vyžarované vysokofrekvenčné elektromagnetické pole – STN EN 61000-4-3 [II.11].
- c) Impulzné rušenie zhlukom rýchlych impulzov (burst) – STN EN 61000-4-4 [II.12].
- d) Rušenie energetickým rázovým impulzom (surge) – STN EN 61000-4-5 [II.13].
- e) Rušenie šírené vedením, indukované vysokofrekvenčnými poliami – STN EN 61000-4-6 [II.14].
- f) Magnetické pole sieťového kmitočtu – STN EN 61000-4-8 [II.15].
- g) Impulzy magnetického poľa – STN EN 61000-4-9 [II.16].
- h) Tlmené kmity magnetického poľa – STN EN 61000-4-10 [II.17].
- i) Zmeny napájacieho napätia (krátkodobé poklesy napätia, krátke prerušenie a pomalé zmeny napätia) – STN EN 61000-4-11 [II.18].
- j) Skúška odolnosti proti oscilačným vlnám – STN EN 61000-4-12 [II.19].
- k) Skreslenie priebehu napájacieho napätia vyššími harmonickými – STN EN 61000-4-13 [II.20].
- l) Kolísanie napájacieho napätia – STN EN 61000-4-14 [II.21].
- m) Nesymetrické rušenie šírené po vedení v kmitočtovom rozsahu 0 – 150 kHz – STN EN 61000-4-16 [II.22].
- n) Skúška odolnosti proti tlmeným oscilačným vlnám – STN EN 61000-4-18 [II.23]
- o) Zmeny sieťového kmitočtu napájacieho napätia – STN EN 61000-4-28 [II.24]

Elektronické JE zariadenie musí tiež spĺňať požiadavky na úroveň emitovaného rušenia podľa noriem STN EN v týchto oblastiach:

- A. Rušenie elektromagnetickým poľom od priemyslových zariadení – STN EN 61000-6-4 [II.25].
- B. Vyššie harmonické spôsobené odberom prúdu spotrebičmi - STN EN 61000-3-2 [II.26].
- C. Zmeny napájacieho napätia vyvolané elektronickým JE zariadením – STN EN 61000-3-3 [II.27].

Pri dodržaní uvedených pravidiel počas realizačných prác je možné vylúčiť zásadný vplyv EMI na bezpečnosť prevádzky.

Postup analýzy

Ako obáľkové prípady sú vybrané najohrozenejšie zariadenia a priestory:

- A. Ako najohrozenejšie zariadenia z pohľadu EMC sú zariadenia s nízkoúrovňovými signálmi, pracujúcich v prostredí s vysokou úrovňou rušenia a spadajú do kategórie „bezpečnostných systémov“ alebo „systémov súvisiacich s bezpečnosťou“.
- B. Ako najohrozenejšie priestory z hľadiska EMC sú miestnosti s významným počtom SKR panelov/skríň.

7.2.3.1.7.4 Analýza scenárov**A. Zariadenia bezpečnostných systémov a systémov súvisiacich s bezpečnosťou**

Tieto skúšky a analýzy pokrývajú obáľkové prípady najohrozenejších zariadení a panelov a sú v súlade s požiadavkami na odolnosť voči elektromagnetickému rušeniu podľa noriem EN STN spomenutých v kap. 7.2.3.1.7.3.

Každý dodávateľ obdržal dve typové správy (EMC správa zhody a Analýza požiadaviek EMC), kde preukazujú EMC svojich zariadení v súlade s vyššie uvedenými normami.

B. Miestnosti SKR

Medzi miestnosti z významným počtom SKR skríň a panelov možno považovať hlavnú blokovú dozorňu, núdzovú dozorňu, 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.

7.2.3.1.7.5 Zhodnotenie bezpečnosti

Na základe analýz môžeme konštatovať splnenie požiadaviek na odolnosť zariadení voči EMI a splnenie úrovne emitovaného rušenia. Vybrané zariadenia boli podrobené samostatným skúškam a analýzám, vo vybraných miestnostiach boli v rámci projektových zmien zrealizované vylepšenia elektromagnetického tienenia.

Z prezentovaných analýz vyplýva, že fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti elektromagnetická interferencia, zaradenej do kategórie vnútorných udalostí, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

A. Regulácia reaktivity – overujúca schopnosť bloku dosiahnuť podkritičnosť po EMI je splnená, pretože regulácia reaktivity je nedotknutá, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

B. Odvod tepla – overujúci schopnosť bloku odvádzať zvyškové teplo po EMI je splnený, pretože je zabezpečený prevádzkou aspoň dvoch bezpečnostných podsystémov pre odvod tepla, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

C. Integrita kontajneru – overujúca schopnosť bloku eliminovať úniky rádioaktivity po EMI je dodržaná, lebo integrita fyzických bariér nie je ohrozovaná, čo plynie z výsledkov analýz vykonaných alebo citovaných v tejto časti.

Vyhodnotenie rozhodnutia ÚJD SR č. 267/2008

Elektromagnetická interferencia je priestorový jav, ktorý nie je ovplyvnený kombináciou vonkajších a vnútorných nebezpečenstiev. To zahŕňa dodržiavanie primeranej odolnosti zariadenia aj pri krátkom EM pulze spôsobeným skratom v blízkom okolí.

7.2.3.1.8 Súhrnné zhodnotenie bezpečnosti

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. Na základe zdôvodnenia v podkapitolách „Zhodnotenie bezpečnosti“ sa jasne ukazuje, že podmienky jadrovej bezpečnosti budú splnené aj v takých prípadoch, keď sa bude uvažovať nepohotovosť niektorého bezpečnostného podsystému pri aplikovaní kritéria jednoduchej poruchy. V prípade vzniku iniciačnej udalosti zaradenej do kategórie vnútorných nebezpečenstiev, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov. Toto tvrdenie platí aj pre možné kombinácie externých a interných nebezpečenstiev (ÚJD SR Rozhodnutie č. 267/2008). Potenciálny dopad takýchto možných kombinácií je hodnotený v rámci jednotlivých bezpečnostných analýz vnútorných rizík. Vykonané analýzy sa zaoberajú iba interakciami vyvolaných analyzovanými nebezpečenstvami, ako sú interakcie indukované požiarom a záplavami. Fyzikálnym interakciám vyplývajúcim najmä zo seizmickej udalosti zabraňuje príslušná seizmická kvalifikácia. Táto správa ukazuje, že výskyt interakcií spôsobených seizmickou udalosťou, ktoré môžu viesť k poškodeniu štruktúr systémov a komponentov súvisiacich s jadrovou bezpečnosťou v dôsledku kolízií s bezpečnostne nevýznamnými a so seizmicky nezodolnenými konštrukčnými prvkami, je vylúčená primeranou seizmickou odolnosťou všetkých navzájom prepojených častí.

LITERATÚRA

I Zdrojové dokumenty, ktoré sú vlastníctvom SE, a.s.

- [I.1] A. Rahman, A.M. Ahmadzaidi, Q. Bux: Review of empirical studies of local impact effects of hard missile on concrete structure
- [I.2] Laurent Daudeville, Yann Malécot: Concrete structures under impact, Université Joseph Fourier – Grenoble 1 / Grenoble INP / CNRS 3SR Lab, European Journal of Environmental and Civil Engineering. Volume 15(SI), 2011

II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, a pod.)

- [II.1] ANSI/ANS-58.2: Design basis for protection of light water nuclear power plants against the effects of postulated pipe rupture
- [II.2] IAEA-TECDOC-981: Assessment and management of ageing of major nuclear power plant components important to safety: Steam generators, 1987
- [II.3] Zbierka zákonov č. 430/2011, Vyhláška ÚJD SR o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť.
- [II.4] J. Husárček: Požiadavky na deterministické analýzy bezpečnosti, BNS I.11.1/ 2012, ÚJD SR, Bratislava, máj 2012 (revízia vydaná v roku 2013 bola tiež vzatá do úvahy)
- [II.5] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants, Volume 2.4 Design basis, 2001
- [II.6] NS-R-1: Safety of Nuclear Power Plants: Design, IAEA, Vienna 2000
- [II.7] NS-G-1.11: Protection against Internal Hazards other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards, IAEA, Vienna 2004
- [II.8] NUREG-0800 Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR edition – Design of Structures, Components, Equipment, and Systems, Chapter 3
- [II.9] NRC 10CFR Part 50, Appendix A – General Design Criteria for Nuclear Power Plants
- [II.10] STN EN 61000-4-2: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 2. oddiel: Skúška odolnosti proti elektrostatickému výboju. Kmeňová norma EMC.
- [II.11] STN EN 61000-4-3: Elektromagnetická kompatibilita Časť 4: Metódy skúšania a merania. Oddiel 3: Skúška odolnosti proti vyžarovanému elektromagnetickému poľu.
- [II.12] STN EN 61000-4-4: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 4. oddiel: Skúška odolnosti proti rýchlym prechodným javom/skupinám impulzov. Kmeňová norma EMC.
- [II.13] STN EN 61000-4-5: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť -5: Metódy skúšania a merania. 5. oddiel: Skúšky odolnosti rázovým impulzom.
- [II.14] STN EN 61000-4-6: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 6. oddiel: Požiadavky týkajúce sa odolnosti voči vedenému rušeniu.

- [II.15] STN EN 61000-4-8: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 8. oddiel: Skúška odolnosti proti magnetickému poľu na sieťovom kmitočte. Kmeňová norma EMC.
- [II.16] STN EN 61000-4-9: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 9. oddiel: Skúška odolnosti voči impulznému magnetickému poľu. Základná norma EMC.
- [II.17] STN EN 61000-4-10: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 10. oddiel: Skúška odolnosti voči tlmenému kmitajúcemu magnetickému poľu. Základná norma EMC.
- [II.18] STN EN 61000-4-11: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 11. oddiel: Krátkodobé poklesy napätia, krátke prerušenia a kolísania napätia. Skúšky odolnosti.
- [II.19] STN EN 61000-4-12: Elektromagnetická kompatibilita. Časť 4: Metódy skúšania a merania. 12. oddiel: Skúška odolnosti proti oscilačným vlnám. Kmeňová norma EMC.
- [II.20] STN EN 61000-4-13: Elektromagnetická kompatibilita. Časť 4: Metódy skúšania a merania. Harmonické a medziharmonické vrátane sieťovej signalizácie na porte striedavého napájania. 12. oddiel: Skúšky odolnosti pri nízkych frekvenciách.
- [II.21] STN EN 61000-4-14: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 14. oddiel: Skúška odolnosti voči kolísaniu napätia.
- [II.22] STN EN 61000-4-16: Elektromagnetická kompatibilita. Časť 4: Metódy skúšania a merania. 16. oddiel: Skúška odolnosti proti súfázovým rušeniam šíreným vedením vo frekvenčnom pásme od 0 Hz do 150 kHz.
- [II.23] STN EN 61000-4-18: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4-18: Metódy skúšania a merania. Skúška odolnosti proti tlmeným oscilačným vlnám
- [II.24] STN EN 61000-4-28: Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 4: Metódy skúšania a merania. 27. oddiel: Kolísanie frekvencie siete. Skúška odolnosti.
- [II.25] STN EN 61000-6-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 6-2: Všeobecné normy. Vyžarovanie - priemyselné prostredia.
- [II.26] STN EN 61000-3-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 3-2: Medze vyžarovania harmonických zložiek prúdu (zariadenia so vstupným fázovým prúdom ≤ 16 A).
- [II.27] STN EN 61000-3-3 Elektromagnetická kompatibilita. Časť 3: Medze. Oddiel 3: Obmedzenie kolísania napätia a blikania v rozvodných sieťach nízkeho napätia pre zariadenia s menovitým prúdom ≤ 16 A.
- [II.28] BNS II.1.2/2012: Požiadavky na zabezpečovanie ochrany pred požiarom a protipožiarnej bezpečnosti jadrových zariadení z pohľadu jadrovej bezpečnosti., Bratislava 2012
- [II.29] TR No. NP-T-3.10: Integration of analog and digital instrumentation and control systems in hybrid control rooms, IAEA, Vienna, 2010
- [II.30] IAEA TWG NPPIC Meeting, What you need to know about sensor reliability before and after accident wireless, H.M.Hashemian, IAEA

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 7.2.3.1.1-1 Všeobecný postup deterministickej analýzy bezpečnosti pre vnútorné udalosti	4
Obr. 7.2.3.1.2-1 Tienenie nízkotlakovej časti turbíny	10
Obr. 7.2.3.1.2-2 El. motor hlavného cirkulačného čerpadla (zotrvačník – položka 5)	11
Obr. 7.2.3.1.2-3 Hlavná uzatváracia armatúra	13
Obr. 7.2.3.1.2-4 „Neobmedzená“ zvršku rýchlosť hlavnej uzatváracej armatúry bez uvažovania zrážky s tienením na podlahe.....	14
Obr. 7.2.3.1.2-5 Rýchlosť šupátka A00123-0160 v primárnom okruhu bez uvažovania momentu svorníkov	15

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 7.2.3.1.5-1 Analýza v hlavnej blokovej dozorni	33
---	----