

 			Technical Report																																
			Číslo dokumentu / Document no. PNM34082680			Strana / Sheet 1 z of 72																													
Projekt / Project JADROVÁ ELEKTRÁREŇ MOCHOVCE Dokončenie 3. a 4. bloku						Stupeň dôverylosti / Security Index Na interné použitie spoločnosti / P																													
Názov / Title Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4																																			
Systém / System 00A		Typ dokumentu / Document Type RG		Disciplína / Discipline Z		Súbor / File PNM3408268001																													
Komponent / Component				Množstvo / Lot		BT komponentu / Component safety class																													
Blok/Unit 8				PS/DPS/SO set/subset/c. Structure																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REV</th> <th colspan="8">Popis zmeny / Description of Revisions</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td colspan="8">Zhrnutie predbežnej správy predloženej ÚJD dňa 15. augusta</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td colspan="8">Zhrnutie záverečnej správy o činnostiach záťažových skúšok MO34</td> </tr> </tbody> </table>									REV	Popis zmeny / Description of Revisions								00	Zhrnutie predbežnej správy predloženej ÚJD dňa 15. augusta								01	Zhrnutie záverečnej správy o činnostiach záťažových skúšok MO34							
REV	Popis zmeny / Description of Revisions																																		
00	Zhrnutie predbežnej správy predloženej ÚJD dňa 15. augusta																																		
01	Zhrnutie záverečnej správy o činnostiach záťažových skúšok MO34																																		
<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">01</td> <td rowspan="2">31.10.11</td> <td rowspan="2">LC</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">  </td> <td colspan="2">  </td> <td colspan="2">  </td> </tr> </table>									01	31.10.11	LC																								
01	31.10.11	LC																																	
																																			
REV	Dátum / Date	Účel / Purpose	Spracoval / Prepared by	Spolupracoval / Co-operations	Kontroloval / Checked by	Overil / Verified by	Odsúhlasil / Approved by																												

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 2 z 72 Sheet of

Obsah

0	ÚČEL DOKUMENTU	7
1	VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE	8
1.1	KRÁTKY OPIS LOKALITY/ ELEKTRÁRNE	8
1.1.1	MIESTO UMIESTNENIA	8
1.1.2	POČET BLOKOV	9
1.1.3	DRŽITEĽ POVOLENIA.....	9
1.2	HLAVNÉ CHARAKTERISTIKY KAŽDÉHO BLOKU	9
1.2.1	TYP REAKTORA.....	9
1.2.2	TEPELNÝ VÝKON	9
1.2.3	DÁTUM PRVÉHO ZÁŤAŽOVÉHO STAVU	9
1.2.4	EXISTUJÚCI SKLAD VYHORETÉHO PALIVA (ALEBO SPOLOČNÝ SKLAD)	9
1.3	SYSTÉMY NA ZABEZPEČENIE ALEBO PODPORU HLAVNEJ BEZPEČNOSTNEJ FUNKCIE 10	
1.3.1	REGULÁCIA REAKTIVITY	10
1.3.2	PRENOS TEPLA Z REAKTORA DO KONEČNÉHO RECIPIENTU (ODVODU) TEPLA	12
1.3.3	TEPLO Z BAZÉNA VYHORETÉHO PALIVA DO KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU ..	15
1.3.4	PRENOS TEPLA Z KONTEJNMENTU REAKTORA NA KONEČNÝ TEPELNÝ ODVOD	16
1.3.5	NAPÁJANIE STRIEDAVÝM/ JEDNOSMERNÝM PRÚDOM	16
1.4	VÝZNAMNÉ ROZDIELY MEDZI BLOKMI.....	17
1.5	ROZSAH A HLAVNÉ VÝSLEDKY PRAVDEPODOBNOSTNÉHO HODNOTENIA BEZPEČNOSTI	17
1.5.1	ÚROVEŇ 1 PSA.....	17
1.5.2	ÚROVEŇ 2 PSA.....	17
2	ZEMETRASENIA	18
2.1	PROJEKTOVÝ ZÁKLAD	18
2.1.1	ZEMETRASENIE, PROTI KTORÉMU JE ELEKTRÁREŇ NAPROJEKTOVANÁ	18
2.1.2	OPATRENIA NA OCHRANU ELEKTRÁRNE PROTI PROJEKTOVÉMU ZEMETRASENIU.	19
2.1.3	SÚLAD ELEKTRÁRNE S JEJ PLATNÝM LICENČNÝM ZÁKLADOM.....	22
2.2	VYHODNOTENIE REZERV	22
2.2.1	ROZSAH ZEMETRASENIA, KTORÉ VEDIE K ŤAŽKÉMU POŠKODENIU PALIVA.....	22
2.2.2	ROZSAH ZEMETRASENIA, KTORÉ VEDIE K STRATE INTEGRITY KONTEJNMENTU .	24
2.2.3	NADPROJEKTOVÉ ZEMETRASENIE PRE ELEKTRÁREŇ A NÁSLEDNÁ NADPROJEKTOVÁ ZÁPLAVA.....	24
2.2.4	POTENCIÁLNA NUTNOSŤ ZODOLNENIA ELEKTRÁRNE VOČI ZEMETRASENIAM	24
3	ZÁPLAVA.....	25
3.1	PROJEKTOVÝ ZÁKLAD	25
3.1.1	ZÁPLAVA, PROTI KTOREJ JE ELEKTRÁREŇ NAPROJEKTOVANÁ	25
3.1.2	OPATRENIA NA OCHRANU ELEKTRÁRNE PROTI PROJEKTOVEJ ZÁPLAVE	27
3.1.3	SÚLAD ELEKTRÁRNE S JEJ PLATNÝM LICENČNÝM ZÁKLADOM.....	28
3.2	VYHODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV	29

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 3 z Sheet of 72

3.2.1	ODHAD BEZPEČNOSTNEJ REZERVY VOČI ZÁPLAVE	29
3.2.2	POTENCIÁLNA NUTNOSŤ ZODOLNENIA ELEKTRÁRNE VOČI ZÁPLAVE.....	30
4	EXTRÉMNE POVETERNOSTNÉ PODMIENKY	31
4.1	PROJEKTOVÝ ZÁKLAD	31
4.1.1	PREHODNOTENIE POVETERNOSTNÝCH PODMIENOK POUŽITÝCH ZA PROJEKTOVÝ ZÁKLAD	31
4.2	VYHODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV	33
4.2.1	ODHAD BEZPEČNOSTNEJ REZERVY PROTI EXTRÉMNYM POVETERNOSTNÝM PODMIENKAM	33
4.2.2	POTENCIÁLNA NUTNOSŤ ZODOLNENIA ELEKTRÁRNE VOČI EXTRÉMNYM POVETERNOSTNÝM PODMIENKAM	35
5	STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A STRATA MEDZNÉHO TEPELNÉHO ODVODU	36
5.1	JADROVÉ ENERGETICKÉ REAKTORY	36
5.1.1	STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA	36
5.1.2	OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZODOLNENIE ELEKTRÁRNE V PRÍPADE STRATY ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA	41
5.1.3	STRATA KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU	41
5.1.4	OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZODOLNENIE ELEKTRÁRNE V PRÍPADE LUHS.....	47
5.2	BAZÉN VYHORETÉHO PALIVA.....	47
5.2.1	STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA	48
5.2.2	OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZODOLNENIE ELEKTRÁRNE V PRÍPADE STRATY ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA	49
5.2.3	STRATA KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU	49
5.2.4	DOPLŇUJÚCE OPATRENIA NA ZODOLNENIE ELEKTRÁRNE.....	50
6	RIADENIE ŤAŽKÝCH HAVÁRIÍ	51
6.1	ORGANIZÁCIA A OPATRENIA DRŽITEĽA POVOLENIA NA RIADENIE HAVÁRIE.....	52
6.1.1	ORGANIZÁCIA DRŽITEĽA POVOLENIA NA RIADENIE HAVÁRIE.....	52
6.1.2	MOŽNOSŤ VYUŽITIA EXISTUJÚCEHO ZARIADENIA	54
6.1.3	HODNOTENIE FAKTOROV, KTORÉ MÔŽU SŤAŽOVAŤ RIADENIE HAVÁRIE A PRÍSLUŠNÉ ALTERNATÍVNE OPATRENIA	55
6.1.4	OPATRENIA, S KTORÝMI SA DÁ POČÍTAŤ NA ZVÝŠENIE KAPACÍT HAVARIJNÉHO MANAŽMENTU	58
6.2	ZACHOVANIE INTEGRITY KONTEJNMENTU PO VZNIKU VÝZNAMNÉHO POŠKODENIA PALIVA V AKTÍVNEJ ZÓNE (AŽ DO TAVENIA AKTÍVNEJ ZÓNY)	58
6.2.1	ELIMINÁCIA POŠKODENIA PALIVA/ TAVENIA PRI VYSOKOM TLAKU.....	59
6.2.2	RIADENIE RIZÍK VODÍKA VO VNÚTRI KONTEJNMENTU.....	60
6.2.3	ZABRÁNENIE PRETLAKU V KONTEJNMENTE.....	60
6.2.4	ZABRÁNENIE OPAKOVANÉMU KRITICKÉMU STAVU	60
6.2.5	ZABRÁNENIE ROZTAVENIU ZÁKLADOVEJ DOSKY	61
6.2.6	NUTNOSŤ ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA AC A DC A ZÁSOBOVANIA STLAČENÝM VZDUCHOM ZARIADENIA, KTORÉ SA POUŽÍVA NA OCHRANU INTEGRITY KONTEJNMENTU	62
6.2.7	SKR, KTORÉ SÚ POTREBNÉ NA OCHRANU INTEGRITY KONTEJNMENTU.....	62
6.2.8	OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZVÝŠENIE SCHOPNOSTI ZACHOVANIA INTEGRITY KONTEJNMENTU PO VZNIKU ŤAŽKÉHO POŠKODENIA PALIVA ..	62

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 4 z Sheet of 72

6.3	OPATRENIA RIADENIA HAVÁRIE NA OBMEDZENIE RÁDIOAKTÍVNYCH ÚNIKOV	63
6.3.1	RÁDIOAKTÍVNE ÚNIKY PO STRATE INTEGRITY KONTEJNMENTU	63
6.3.2	RIADENIE HAVÁRIE PO ODKRYTÍ KRYTU PALIVA V BAZÉNE PALIVA	63
6.3.3	OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZVÝŠENIE SCHOPNOSTI OBMEDZIŤ RÁDIOAKTÍVNE ÚNIKY	64
7	ZÁVERY	65
VYHODNOTENIE ZÁŤAŽOVÝCH SKÚŠOK POTVRDILO VŠEOBECNÚ ODOLNOSŤ PROJEKTU ELEKTRÁRNE V EXTRÉMNYCH PODMIENKACH, KTORÉ BOLI PRESKÚMANÉ PODĽA POŽIADAVIEK ENSREG. NAVYŠE BOLO ZDÔRAZNENÉ, ŽE POSTUPY A NÁVODY NA ZVLÁDNUTIE TAKÝCHTO EXTRÉMNYCH PODMIENOK BOLI VYVINUTÉ PODĽA NAJLEPŠEJ MEDZINÁRODNEJ PRAXE A ŽE ORGANIZÁCIA HAVARIJNEJ ODOZVY UPLATNENÁ PRE MOCHOVCE 1 A 2 (A POPÍSANÁ V SPRÁVE O ZÁŤAŽOVÝCH SKÚŠKACH MOCHOVCE 1 A 2) BUDE ROZŠÍRENÁ TAK ABY ZAHŔŇOVALA AJ BLOKY 3 A 4.		
	HODNOTENIA, VYKONANÉ V ODSEKoch 2 – 6 SPRÁVY DOVOĽUJÚ UROBIŤ NASLEDUJÚCE HLAVNÉ ZÁVERY:	65
8	PRÍLOHA: METODIKA NA HODNOTENIE REZERV ELEKTRÁRNE PROTI NADPROJEKTOVÝM EXTERNÝM RIZIKÁM.....	67
8.1	ZEMETRASENIE	69
8.1.1	STAVEBNÉ OBJEKTY	69
8.1.2	STROJOVÉ ZARIADENIE	69
8.1.3	ELEKTRICKÉ ZARIADENIE	70
8.1.4	SKR ZARIADENIE	70
8.2	ZÁPLAVA.....	71
8.2.1	STAVEBNÉ OBJEKTY	71
8.2.2	MECHANICKÉ/ELEKTRICKÉ/SKR ZARIADENIE	71
8.3	EXTRÉMNE PRÍRODNÉ PODMIENKY.....	71
8.3.1	SNEHOVÉ ZRÁŽKY	71
8.3.2	PRIAMY A VÍRIVÝ VIETOR	72
8.3.2.1	PRIAMY VIETOR	72
8.3.2.2	VÍRIVÉ VETRY	72
8.3.3	EXTRÉMNE TEPLoty.....	72

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 5 z 72 Sheet of

ZOZNAM SKRATIEK

AC	Alternate Current	Striedavý prúd
BDB	Beyond Design Basis	Nadprojektový
BDBA	Beyond Design Basis Accident	Nadprojektová havária
BDBE	Beyond Design Basis Earthquake	Nadprojektové zemetrasenia
CDFM	Conservative Deterministic Failure Margin	Konzervatívna deterministická rezerva do zlyhania
CET	Core Exit thermocouple Temperature	Teplota výstupného termočlánku aktívnej zóny
CS	Civil Structure	SO Stavebný objekt
DB	Design Basis	Projektový/ projektový základ
DBE	Design Basis Earthquake	Projektové zemetrasenie
DBF	Design Basis Flooding	Projektová záplava
DBT	Design Basis Transient	Projektový prechodový stav
DC	Direct Current	Jednosmerný prúd
DD	Detail Design	VP Vykonávací projekt
DGs	Diesel Generators	Diesel generátor
ECCS	Emergency Core Cooling System	HSCHZ Havarijný systém chladenia aktívnej zóny
EFWS	Emergency Feed Water System	Systém havarijnej napájacej vody
EGP	EnergoProject Praha (Engineering Company Author of MO34 Basic Design)	EnergoProjekt Praha (Inžinierska spoločnosť – autor úvodného projektu MO 34
EMO12	Mochovce Power Unit 1 and 2	1. a 2. blok JE Mochovce
EOP	Emergency Operating Procedures	HPP Havarijné prevádzkové postupy
ERC	Emergency Response Centre	CHO Centrum havarijnej odozvy
ESW	Essential Service Water	TVD Technická voda dôležitá
FRS	Floor Response Spectra	Spektrá odozvy podlahy
FSFs	Fundamental Safety Functions	ZBF Základné bezpečnostné funkcie
FW	Feed Water	Napájacia voda
HCLPF	High-Confidence-of-Low-Probability-of-Failure	Vysoká spoľahlivosť nízkej pravdepodobnosti poruchy
IAEA	International Atomic Energy Agency	MAAE Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
I&C	Instrumentation and Control	SKR Systémy kontroly a regulácie
LOOP	Loss Of Offsite Power	Strata externého napájania
LUHS	Loss of Ultimate Heat Sink	Strata medzného tepelného odvodu
MCR	Main Control Room	BD Bloková dozorňa
MO34	Mochovce Power unit 3 and 4	3. a 4. blok JE Mochovce
NECRA	National Emergency Commission for Radiation Accidents	Národná bezpečnostná komisia pre radiačné havárie
NEP	Non-exceedance probability	Pravdepodobnosť neprekročenia
NESW	Non Essential Service Water	TVN Technická voda nedôležitá

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana Sheet 6 z of 72

NPP	Nuclear Power Plant	JE	Jadrová elektrárň
PGA	Peak Ground Acceleration		Špičkové zrýchlenie na voľnom poli
PORV	Power Operated Relief Valve		EEOV Elektricky ovládaný odľahčovací ventil
PRESAR	Preliminary Safety Analysis Report		Predbežná správa o analýze bezpečnosti
PSA L1	Probabilistic Safety Assessment Level 1	PSA L1	Pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti úrovne 1
PSHA	Probabilistic Seismic Hazard Assessment		Pravdepodobnostné hodnotenie seizmického rizika
RCP	Reactor Coolant Pump	HCC	Hlavné cirkulačné čerpadlo
RCS	Reactor Cooling System	CHSR	Chladiaci systém reaktora
RHR	Residual Heat Removal	OZT	Odvod zvyškového tepla
RLE	Review Level Earthquake		Referenčná úroveň zemetrasenia
RPV	Reactor Pressure Vessel	TNR	Tlaková nádoba reaktora
RV	Relief Valve	OV	Odľahčovací ventil
SA	Severe Accident		Ťažká havária
SAMGs	Severe Accident Management Guidelines		Návody na riešenie ťažkých havárií
SBO	Station Black Out		Úplný výpadok elektrárne
SG RV-A	Steam Generator Relief Valve		Prepúšťacia stanica do atmosféry
SGs	Steam Generators	PG	Parogenerátor/y
SI	Seismic Interactions		Seizmické interakcie
SFP	Spent Fuel Pool	BVP	Bazén vyhoreného paliva
SHMÚ	Slovak Hydro-meteorological Institute		Slovenský hydrometeorologický ústav
SORAMON	Slovak Radiation Monitoring Network	SORAMON	Slovenská sieť na monitorovanie radiácie
SSCs	Structures, Systems and Components	KSK	Konštrukcie, systémy a komponenty
SSP	Safe Shutdown Path	CBO	Cesta bezpečného odstavenia
SV	Safety Valve	PV	Poistný ventil
TRS	Test Response Spectra	TRS	Testovacie spektrá odozvy
TSC	Technical Support Center	CTP	Centrum technickej podpory
UHS	Ultimate Heat Sink		medzný tepelný odvod
WOG	Westinghouse Owner's Group	WOG	Skupina vlastníkov Westinghouse

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 7 z Sheet of 72

0 ÚČEL DOKUMENTU

Tento dokument je vypracovaný v súlade s požiadavkou Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky (ÚJD) doručenou Slovenským elektrárňam, a.s., listom 874/2011 z 15. júna 2011.

Účelom tohto dokumentu je zosumarizovať výsledky činností „záťažových skúšok“ Mochoviec 3 a 4 v súlade s požiadavkami ÚJD a špecifikáciou ENSREG špecifikácia „záťažových skúšok“ (z 13. mája 2011). V štruktúre správy sa dodržiava usmernenie ENSREG (zo 17. júla 2011) o *uplatňovaní dokumentu ENSREG „Príloha I, EÚ špecifikácie „záťažových skúšok“*.

Základné analýzy použité na prípravu tejto správy sú uchovávané v priestoroch SE.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 8 z 72 Sheet of

1 VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE

1.1 KRÁTKY OPIS LOKALITY/ ELEKTRÁRNE

1.1.1 MIESTO UMIESTNENIA

JE Mochovce, 3. a 4. blok (MO34), sa nachádza v Strednej Európe v juhozápadnom regióne Slovenska na západnej hranici okresu Levice vedľa prevádzkovaných blokov JE Mochovce 1 a 2 (EMO12). Umiestnenie JE Mochovce je uvedené na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 1.1: Celkové umiestnenie areálu v Slovenskej republike (šedá oblasť).

Areál Mochoviec leží na juhozápadnom okraji Kozmálovských vrškov v Hronskej pahorkatine. Prevýšenie terénu je od 200 do 250 m nad morom. Významnými vodnými tokmi pretekajúcimi cez toto územie sú rieky Hron, Nitra, Žitava, Váh a Ipeľ. Všetky sú prítokmi rieky Dunaj v južnej časti regiónu.

Zemepisné súradnice stredu ochranného pásma JE Mochovce sú:

- zemepisná dĺžka 18° 27' 35''
- zemepisná šírka 48° 15' 35''

Z hľadiska územného a správneho usporiadania SR sa areál MO34 nachádza vo východnej časti Nitrianskeho kraja, v severozápadnom cípe okresu Levice, v tesnej blízkosti hranice s okresom Zlaté Moravce, t.j. približne 12 km od okresného mesta Levice, ktoré je najväčším mestom vo vzdialenosti do 20 km od elektrárne.

Najbližšími vrchmi v okolí areálu MO34 sú Veľká Vápenná – 345,7 m, Dobrica – 319,7 m, Malá Vápenná – 294,0 m, Vlčí vrch – 324 m nad morom.

Vrchol Mochoveckej pahorkatiny sa zvažuje na sever do údolia medzi riekami Žitava a Hron. Táto nižšie položená oblasť východne od Zlatých Moraviec vytvára dopravný koridor pre cestnú

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana Sheet 9 z 72 of

a železničnú dopravu do úžiny Hrona. Ďalej na sever za týmto prepravným koridorom sa krajina ďalej dvíha až do pohoria Pohronský Inovec.

Areál MO34 sa nachádza na hranici povodia riek Nitra a Hron, pričom rieka Hron tečie podstatne bližšie k areálu MO34, ako rieka Nitra (asi 5 km od areálu Mochoviec). Hron a vodná nádrž na tejto rieke vo Veľkých Kozmálovciach sú hlavnými vodnými zdrojmi pre JE.

1.1.2 POČET BLOKOV

V areáli Mochovce sú umiestnené štyri bloky:

- dva bloky vo výstavbe Mochovce 3 a 4;
- dva prevádzkované bloky Mochovce 1 a 2.

1.1.3 DRŽITEĽ POVOLENIA

Slovenské elektrárne, a.s. (ďalej uvádzané ako "SE")

Mlynské nivy 47

821 09 Bratislava, Slovenská republika

1.2 HLAVNÉ CHARAKTERISTIKY KAŽDÉHO BLOKU

1.2.1 TYP REAKTORA

3. a 4. blok jadrovej elektrárne Mochovce (MO34) sú založené na technológii VVER 440/V-213. Projekt MO34 je založený na projekte 1. a 2. bloku, ktoré sú v súčasnosti prevádzkované v areáli Mochoviec, ale zahŕňa významné projektové vylepšenia, ktoré sa týkajú riadenia ťažkých havárií, odolnosti voči interným a externým rizikám (vrátane zemetrasenia), SKR a projektu elektrických zariadení.

1.2.2 TEPELNÝ VÝKON

Teplný výkon každého bloku Mochoviec 3 a 4 je 1375 MW_{th}

1.2.3 DÁTUM PRVÉHO ZÁŤAŽOVÉHO STAVU

Plánované dátumy prvého záťažového stavu pre dva bloky sú:

- 3. blok – koniec roku 2012,
- 4. blok – tretí kvartál 2013.

1.2.4 EXISTUJÚCI SKLAD VYHORETÉHO PALIVA (ALEBO SPOLOČNÝ SKLAD)

Počas operácií výmeny paliva sa vyhoreté palivo presunie z tlakovej nádoby reaktora (TNR) do bazéna vyhoretého paliva, ktorý je umiestnený vedľa nádoby reaktora (jeden bazén na blok) a chladí sa približne 6 až 7 rokov.

Dlhodobé skladovanie vyhoretého paliva je zabezpečené pre všetky slovenské JE v mokrom medzisklade vyhoretého paliva v areáli Bohuníc: v súčasnosti prebieha posudzovanie výstavby suchého medziskladu vyhoretého paliva v areáli Mochoviec.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 10 z 72 Sheet of

1.3 SYSTÉMY NA ZABEZPEČENIE ALEBO PODPORU HLAVNEJ BEZPEČNOSTNEJ FUNKCIE

1.3.1 REGULÁCIA REAKTIVITY

Projekt reaktora VVER-440 V-213 poskytuje dve nezávislé metódy regulácie reaktivity na základe odlišných fyzikálnych princípov:

- regulácie reaktivity pomocou regulačných kaziet (mechanická regulácia reaktivity);
- regulácie reaktivity pomocou zmeny koncentrácie kyseliny boritej (kvapalného absorbéra) v chladive primárneho okruhu.

1.3.1.1 REGULÁCIA REAKTIVITY V REAKTORE POMOCOU REGULAČNÝCH TYČÍ

Súbor regulačných kaziet slúži na:

- kompenzáciu zmien reaktivity aktívnej zóny počas palivového cyklu;
- reguláciu výkonu reaktora počas normálnej prevádzky;
- rýchle odstavenie reaktora z prevádzky (havarijné odstavenie reaktora).

Regulačné kazety (celkom 37) sú symetricky usporiadané v aktívnej zóne. Regulačné kazety sú rozdelené do 6 skupín: 1. až 5. skupina obsahuje po šesť kompenzačných kaziet v každej skupine, zatiaľ čo 6. skupina obsahuje 7 kompenzačných kaziet (6 periférnych kaziet + 1 centrálna kazeta). Každá kazeta pozostáva zo spodnej palivovej časti a hornej absorpčnej časti. Pohony regulačnej kazety sú zapustené do hermeticky uzavretého valcového kontajnera, ktorý je namontovaný na vrchnú časť tlakovej nádoby reaktora. Aby sa regulačné kazety mohli pohybovať, pohony sa musia napájať striedavým prúdom: takže ak sa preruší napájanie pohonov, regulačné kazety spadnú vlastnou tiažou do reaktora.

1.3.1.2 REGULÁCIA REAKTIVITY POMOCOU BÓRU

Táto stratégia spočíva v regulácii reaktivity aktívnej zóny zmenou koncentrácie kyseliny boritej v chladive primárneho okruhu počas abnormálnych prevádzkových podmienok (v skutočnosti sa so zvýšením koncentrácie kyseliny boritej v primárnom okruhu zvýši absorpčná kapacita neutrónov chladivom primárneho okruhu a reťazová reakcia sa dá regulovať alebo potlačiť). Toto umožňuje:

- kompenzovať dlhodobé zmeny reaktivity počas palivového cyklu (t.j. spôsobené zvýšeným vyhoretím paliva);
- dosiahnuť kritický stav po výmene paliva;
- udržiavať polohu 6. skupiny regulačných kaziet v prípustnom rozsahu;
- vytvoriť a udržiavať podkritický stav reaktora počas výmeny paliva;
- dochladiť reaktor za podmienok horúceho odstavenia.

Regulácia bóru sa vykonáva pomocou systému dopĺňovania a bórovej regulácie, ktorý je umiestnený v hlavnej budove reaktora.

Systém dopĺňovania a bórovej regulácie pozostáva z dvoch samostatných potrubí (každé je pripojené na tri primárne slučky) a z troch agregátov dopĺňovacích čerpadiel (jedno potrubie systému a jeden agregát dopĺňovacích čerpadiel stačí na dané účely tohto systému).

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 11 z 72 Sheet of

Doplňovacia kapacita jedného agregátu čerpadla je až 50 m³/hod chladiva dodaného do primárneho okruhu, čo stačí na kompenzáciu organizovaných únikov a zmien objemu chladiva počas normálnej a abnormálnej prevádzky.

Tento systém je bezpečnostne klasifikovaný a seizmicky kvalifikovaný.

Zvýšenie koncentrácie kyseliny boritej sa zrealizuje vstrekaním vody do primárneho okruhu s koncentráciou kyseliny boritej v rozsahu 12 až 40 g/kg: napr. koncentrácia kyseliny boritej je zvýšená takýmto spôsobom na konci palivového cyklu, aby sa vytvorila koncentrácia na odstavenie z prevádzky v primárnom chladive, ktorá je potrebná na dochladenie primárneho okruhu a výmenu paliva.

Na začiatku palivového cyklu (po výmene paliva) je koncentrácia kyseliny boritej v primárnom okruhu vyššia, ako koncentrácia na odstavenie z prevádzky pri výmene paliva (12 g/l) a reaktor je v hlboko podkritickom stave. Prvý kritický stav sa dosiahne vysunutím regulačných kaziet do určenej polohy v tom istom čase, ako sa postupne znižuje koncentrácia kyseliny boritej v primárnom chladive, až kým sa nedosiahne kritický stav.

Počas palivového cyklu sa zníženie reaktivity spôsobenej vyhorením musí vykompenzovať postupným znižovaním koncentrácia kyseliny boritej v primárnom chladive.

V havarijných podmienkach sa prijala tá istá stratégia regulácie reaktivity, keďže havarijné chladenie aktívnej zóny sa vykonáva vodou s príslušnou koncentráciou kyseliny boritej. V scenároch ťažkých havárií sa prijal ten istý prístup (pozri oddiel 6.2.4).

1.3.1.3 REGULÁCIA REAKTIVITY V BAZÉNE VYHORETÉHO PALIVA

Vyhoreté palivové kazety sú spojené s vysokým zvyškovým rozpadovým teplom po ich vybratí z reaktora. Preto musí vyhoreté palivo zostať v bazéne vyhoretého paliva (BVP) počas primerane dlhého obdobia (6 – 7 rokov) dovtedy, kým sa rozpadové teplo a radiačné úrovne neznížia na hodnoty, pri ktorých je možné skladovať palivo v samostatnom zariadení.

Slovenská legislatíva požaduje, aby sa v BVP udržiavala 5% rezerva do podkritického stavu pri normálnych prevádzkových podmienkach a 2% pri abnormálnych/ havarijných podmienkach buď pomocou vhodného usporiadania vyhoretého paliva, alebo umiestnením pevného absorbátora neutrónov do skladovacieho priestoru (pozri vyhlášku č. 53/2006).

Vyhoreté palivo sa v bazéne vyhoretého paliva môže usporiadať na dva rošty, ktoré sú umiestnené jeden na druhom, zvyčajne sa uvádzajú ako „horný rošt“ a „spodný rošt“. Na horný rošt sa palivové kazety ukladajú vo zvislej polohe a sú zaistené v hornej/prostrednej a spodnej časti fixačným prvkom. Na spodný rošt sa vkladajú palivové kazety na vertikálne upevnené šesťuholníkové oceľové mreže s primeraným obsahom bóru, aby sa zvýšila jeho schopnosť absorpcie neutrónov. Každá mreža je navrhnutá tak, aby sa do nej zmestila jedna kazeta a jej priečny rez bol zvolený tak, aby sa minimalizoval povrch mreže a maximalizoval sa obsah bórovanej vody medzi mrežami (za normálnych prevádzkových podmienok je koncentrácia kyseliny boritej vo vode v BVP 12 g/kg a s teplotou, ktorá neprekročí 60°C). Takže konštrukcia roštov a vlastnosti chladiva sú také, aby dokonca aj pri konzervatívnom hodnotení boli zabezpečené primerané rezervy podkritického stavu v súlade vyššie uvedenými požiadavkami a nad ich rámec v normálnych a havarijných podmienkach.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 12 z 72 Sheet of

1.3.2 PRENOS TEPLA Z REAKTORA DO KONEČNÉHO RECIPIENTU (ODVODU) TEPLA

1.3.2.1 EXISTUJÚCE PROSTRIEDKY/REŤAZCE PRENOSU TEPLA Z REAKTORA NA PRIMÁRNY TEPELNÝ ODVOD

Konečným tepelným odvodom JE MO34 je atmosféra. Dostupné reťazce na odvod tepla z aktívnej zóny do konečného recipientu tepla pri normálnych a abnormálnych podmienkach sú uvedené ďalej (doplňujúce informácie sú uvedené v rámci vykonaných analýz bezpečnosti v oddiele 5.1.3).

Základným reťazcom zabezpečujúcim odvod tepla z primárneho okruhu do sekundárneho je: reaktor – primárne slučky – parogenerátory – napájacia voda. Odvod tepla zo sekundárneho okruhu sa potom zabezpečuje cez niekoľko teploprenosných (chladiacich) reťazcov:

1. Normálna napájacia voda: para z PG kondenzuje v hlavných kondenzátoroch (buď po expanzii v turbínach – za normálnych prevádzkových podmienok – alebo priamo, v prípade obtoku turbíny);
2. Odvod zvyškového tepla zo sekundárnej strany: para/voda z PG sa vedie cez výmenníky tepla, ktoré sú chladené technickou vodou dôležitou. Tento systém sa používa na odvod zvyškového tepla reaktora pri plánovanom dochladzovaní bloku za podmienok horúceho odstavenia, pri nábehu bloku a pri určitých pohavarijných scenároch (ako je uvedené v Havarijných prevádzkových predpisoch). Tento systém pracuje v troch fázach: parná fáza, fáza plnenia parného potrubia a vodná fáza (t.j. s parou a/alebo vodou na sekundárnej strane PG) a je vhodný pre dlhodobé dochladzovanie aktívnej zóny.
3. Havarijný odvod tepla zo sekundárnej strany: sekundárna para/voda z PG sa vypúšťa do atmosféry (cez odľahčovací ventil alebo poistný ventil PG a zásoba vody PG sa dopĺňa buď cez:
 - a. potrubia napájacej vody (cez dve pomocné napájacie čerpadlá – v prípade poruchy hlavných cirkulačných čerpadiel – alebo, v prípade scenárov SBO, dokonca samospádovým vyprázdňovaním normálnych zásobníkov napájacej vody – pozri oddiel 5.1.1); alebo
 - b. havarijné napájacie čerpadlá z určeného zásobníka vody s objemom približne 2 400 m³ na blok (t.j. tri nádrže po 800 m³).

Táto alternatíva sa môže použiť pri všetkých prevádzkových režimoch, keď je reaktor zatvorený a v prípade b. sa využívajú systémy, ktoré sú navrhnuté s 3x100% redundanciou.

Existujú aj teplo-prenosné reťazce, pri ktorých sa nepočíta s využitím PG, a to:

4. Odvod tepla cez primárny systém odvodu zvyškového tepla: tento systém je naprojektovaný tak, aby zabezpečoval dlhodobý odvod tepla v prípade havarijných scenárov, keď je zachovaná integrita primárneho okruhu (najmä po seizmickej udalosti). Toto je uzavretý systém, v ktorom je primárne chladivo vedené cez výmenníky tepla, ktoré sú chladené technickou vodou dôležitou. Tento systém a môže použiť na dlhodobý odvod tepla pri všetkých režimoch odstavenia z prevádzky, t.j. pri zatvorenom a otvorenom reaktore, keď sú teplotné/tlakové parametre v primárnom okruhu dostatočne nízke. Pri tejto alternatíve sa využívajú systémy, ktoré sú navrhnuté s 3x100% redundanciou.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 13 z 72 Sheet of

5. Primárny „prívod a odvod“ („feed and bleed“): táto alternatíva sa dá použiť ako havarijný tepelný odvod na chladenie aktívnej zóny v havarijných scenároch, pri ktorých nie je možné použiť 4. alternatívu. Odvod tepla sa opäť vykonáva cez zatvorený okruh a ako v 4. bode, teplo z výmenníka tepla sa odvádza technickou vodou dôležitou. Pri tejto alternatíve sa využívajú havarijné systémy chladenia aktívnej zóny, ktoré sú navrhnuté s 3x100% redundanciou.
6. Dopĺňovanie vody v reaktore: táto alternatíva sa dá použiť ako havarijný tepelný odvod na chladenie aktívnej zóny v režime odstavenia z prevádzky ak je reaktor otvorený. Odvod tepla sa vykonáva v režime otvoreného okruhu, pri ktorom sa voda, ktorá je dostupná z vodných zdrojov a vstrekuje sa do nádoby reaktora, premieňa na paru. Na tento účel je k dispozícii niekoľko zdrojov vody, vrátane samospádového vyprázdňovania zásoby barbotážnej veže a dopĺňujúceho systému (systém JNR) s obsahom 1 000 m³ bórovanej vody, ktorá sa tiež môže dopĺňať do TNR. Určenie najvhodnejšieho zdroja bórovanej vody závisí od konkrétneho scenára a realizuje ho personál blokovej dozorne a centra technickej podpory (pozri oddiel 6.1.1.2) ako súčasť riadenia havárie.

Hlavné kondenzátory a všetky bezpečnostne neklasifikované spotrebiče sa chladia systémom technickej vody nedôležitej, ktorá sa zabezpečuje štyrmi chladiacimi vežami s prirodzeným ťahom (dve na jeden blok).

Teplo z bezpečnostne dôležitých systémov (vrátane tých, ktoré sú zapojené do niektorého vyššie uvedeného teploprenosného reťazca) sa odvádza systémom technickej vody dôležitej (TVD), ktorá sa chladí chladiacimi vežami s umelým ťahom a nakoniec sa prenáša na konečný tepelný odvod.

1.3.2.2 SCHEMATICKÉ INFORMÁCIE O TEPLOPRENOSNÝCH REŤAZCOCH

Hlavné dôležité aspekty, ktoré sa týkajú schémy a usporiadania zariadenia pre reťazce uvedené v oddiele 1.3.2.1, sú tieto:

- 1. – 2. reťazec je určený pre normálne prevádzkové podmienky (prevádzka pri plnom výkone alebo pri plánovaných odstávkach), a teda sa opiera o zariadenie sekundárneho okruhu, ktoré sa chladí technickou vodou nedôležitou, ktorá sa tiež nachádza v stavebných objektoch, ktoré nie sú seizmicky odolné. Z tohto dôvodu sa na takéto reťazce nedá spoliehať po zemetrasení;
- 3. reťazec je dostupný po zemetrasení: najmä čerpadlo a nádrže technickej vody dôležitej sú umiestnené v samostatných, seizmicky kvalifikovaných stavebných objektoch a sú pripojené na PG (každá redundancia napája dva PG) cez seizmicky kvalifikované potrubia, ktoré sú nezávislé od potrubí použitých v 1. – 2. reťazci (a so samostatnými vstrekovacími tryskami na PG). Tri redundancie TVD sú navzájom fyzicky oddelené tak, aby porucha jednej redundancie nemohla poškodiť druhé dve (pozri aj oddiel 5.1.3);
- 4. reťazec je dostupný po zemetrasení a je úplne nezávislý od 1. – 3. reťazca: príslušné zariadenia týchto troch redundancií sa nachádza vo vnútri budovy reaktora a sú navzájom fyzicky oddelené tak, aby porucha jednej redundancie nemohla poškodiť druhé dve;
- 5. reťazec je dostupný po zemetrasení, výmenníky tepla sú tri dostupné redundancie, ktoré sú spoločné so 4. reťazcom;

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana Sheet 14 z of 72

- 6. reťazec zahŕňa niekoľko systémov, ktoré sa môžu použiť na dopĺňovanie TNR, z ktorých niektoré sú dostupné po zemetrasení.

Jednu z alternatív poskytuje systém JNR, t.j. systém so zásobníkom 1 000 m³ bórovanej vody, ktorá je určená najmä na použitie ako zmierňovací prostriedok v podmienkach ťažkej havárie (pozri 6. kapitolu), ktorá sa však môže použiť na zabránenie poškodeniu aktívnej zóny pri odstavovaní z prevádzky. Trasovanie potrubia tohto systému pre dopĺňovanie TNR je z väčšej časti nezávislé od toho, ktoré súvisí s 1. – 5. reťazcom (pozri aj 6. kapitolu).

1.3.2.3 MOŽNÉ ČASOVÉ OBMEDZENIA PRE POHOTOVOŠŤ SYSTÉMU HAVARIJNEJ NAPÁJACEJ VODY

Hlavné časové obmedzenia spojené s 1. – 6. reťazcom (uvádzané v oddiele 1.3.2.1) sú v nižšie uvedenej tabuľke. Dopĺňujúce podrobné údaje o autonómnosti takých reťazcov sú uvedené ako súčasť analýz bezpečnosti, ktoré sú uvedené v oddiele 5.1.3.

Tepelný odvod	Prevádzkový režim	
	Zatvorený reaktor	Otvorený reaktor
1.	Obmedzenia sú dané pohotovosťou dopĺňovania vody v chladiacich vežiach s prirodzeným ťahom (z rieky Hron). Ak sa táto strata nedoplní do niekoľkých hodín, výkon sa zníži a elektrárne sa uvedenie do podmienok odstavenia z prevádzky	Irelevantné
2.	Neobmedzený (obmedzenia sú dané dostupnosťou napájania a TVD)	
3.	Každá redundancia TVD zabezpečuje odvod tepla počas 72 hodín	Vo všeobecnosti nie je prijatá v podmienkach otvoreného reaktora
4.	Neobmedzený (obmedzenia sú dané dostupnosťou napájania a TVD)	
5.	Neobmedzený (obmedzenia sú dané dostupnosťou napájania a TVD)	
6.	Irelevantné	Závisí len od dostupnosti vodného zdroja: môže zväčša presiahnuť 72 hodín

1.3.2.4 ZDROJE NAPÁJANIA STRIEDAVÝM PRÚDOM A BATÉRIE, KTORÉ BY MOHLI POSKYTOVAŤ POTREBNÉ NAPÁJANIE PRE KAŽDÝ REŤAZEC

Systémy zahrnuté do 2. – 6- reťazca, ktoré sú uvedené v oddiele 1.3.2.1, sú napájané:

- pripojením na externú sieť (400 kV vedenie a 110 kV záložné vedenie);
- turbogenerátormi (v režime vlastnej spotreby);
- havarijnými diesel generátormi (3x),

zatiaľ čo mnohé ventily na zúčastnených systémoch (napr. odľahčovacie ventily PG) sú napájané z batérií. Okrem toho, 6. reťazec sa môže spoliehať aj na prídavný spoločný diesel generátor, ktorý je fyzicky oddelený od troch havarijných diesel generátorov, ktoré môžu

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 15 z 72 Sheet of

napájať spotrebiče systému JNR. Ďalšie podrobné údaje sú uvedené v oddieloch 1.3.5 a 5.1.3.

1.3.2.5 NUTNOSŤ A SPÔSOB CHLADENIA ZARIADENIA, KTORÉ PATRÍ DO URČITÉHO TEPLOPRENOSNÉHO REŤAZCA

Ako je diskutované v oddieli 1.3.2.1, podľa projektu MO34 prenos tepla z bezpečnostne dôležitých systémov na konečný tepelný odvod zabezpečujú systémy technickej vody dôležitej s 3x100% redundanciou (v normálnych aj havarijných podmienkach). Toto potvrdzuje skutočnosť, že 2., 4., 5. reťazec, ktoré sú definované v oddiele 1.3.2.1, závisia od dostupnosti takéhoto systému.

Existujú však tieto výnimky:

- 3. reťazec je nezávislý od TVD (pozri oddiel 5.1.3.2.1). Okrem toho, pri scenároch SBO sa parogenerátory môžu napájať z mobilného zariadenia, ktoré je takisto nezávislé od TVD (pozri oddiel 5.1.1.3.1);
- 6. reťazec zahŕňa ako alternatívu použitie systému JNR a samospádové vyprázdňovanie zásoby bórovanej vody barbotážnej veže, pričom sú oba nezávislé od TVD.

1.3.3 TEPLA Z BAZÉNA VYHORETÉHO PALIVA DO KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU

1.3.3.1 EXISTUJÚCE PROSTRIEDKY/ REŤAZCE TEPELNÉHO PRENOSU Z BAZÉNA VYHORETÉHO PALIVA NA PRIMÁRNY TEPELNÝ ODVOD

Odvod tepla z bazéna vyhoretého paliva sa realizuje tromi chladiacimi okruhmi. Dva z týchto okruhov sú v horúcom stave pohotovosti, vzájomne sú nezávislé a určené na odvádzanie tepelného zaťaženia, ktoré zodpovedá konfigurácii plne zavezeného BVP. Tretí chladiaci okruh sa prevádzkuje permanentne počas normálnej prevádzky, ako aj v podmienkach odstavenia z prevádzky, a je určený na odvádzanie nižšieho tepelného zaťaženia. Pri poruche alebo oprave tohto okruhu sa uvedie do chodu jeden z dvoch veľkých chladiacich okruhov.

Okrem toho sú k dispozícii tieto alternatívy na zabezpečenie chladenia bazéna vyhoretého paliva:

1. samospádové plnenie bazéna vyhoretého paliva zo žlabov barbotážnej veže;
2. systém JNR, cez ktorý je možné priame vstrekovanie bórovanej vody do BVP.

1.3.3.2 SCHEMATICKE INFORMÁCIE O TEPLOPRENOSNÝCH REŤAZCOCH, ČASOVÉ OBMEDZENIA POUŽITIA, ZDROJE NAPÁJANIA, CHLADENIE ZARIADENIA

Hlavné zariadenie spomedzi troch chladiacich okruhov je seizmicky kvalifikované a umiestnené v budove reaktora.

Pohotovosť vyššie uvedených systémov je potenciálne neobmedzená a závisí len od dostupnosti napájania a TVD (pozri aj oddiely 5.1.1, 5.1.3): teplo z každého chladiaceho okruhu, ktoré sú opísané v 1.3.3.1, sa v skutočnosti odvádzajú jednou sekciou TVD, zatiaľ čo aktívne komponenty každého z týchto okruhov sa môžu napájať odlišnými havarijnými zdrojmi elektrického napájania (havarijné diesel generátory).

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 16 z 72 Sheet of

1.3.4 PRENOS TEPLA Z KONTEJNMENTU REAKTORA NA KONEČNÝ TEPELNÝ ODVOD

1.3.4.1 EXISTUJÚCE REŤAZCE TEPELNÉHO PRENOSU

MO34 je vybavená konštrukciou kontejnmentu, t.j. hermetickou konštrukciou, vrátane priestorov a miestností elektrárne, v ktorých sa môže šíriť zmes pary a vzduchu z primárneho okruhu následkom havárie so stratou chladiva, a teda predstavuje poslednú bariéru proti nekontrolovanému úniku rádioaktivity do životného prostredia.

Počas normálnej prevádzky je odvádzanie tepelných strát z technologického zariadenia umiestneného vo vnútri kontejnmentu zabezpečené niekoľkými cirkulačnými chladiacimi systémami, ktoré odvetrávajú jednotlivé časti kontejnmentu a prepúšťajú teplo do systému TVD cez chladiče na odsávačoch ventilátorov.

V havarijných podmienkach je MO34 vybavená sprchovacím systémom kontejnmentu, ktorý je určený na znižovanie tlaku kontejnmentu, vymývanie ovzdušia kontejnmentu a na zabezpečenie dlhodobého odvodu tepla (tento systém je 3x100% redundantný). Tento systém funguje v režime uzavretého okruhu podľa procesu tepelného odvodu, ktorý je podobný, ako v piatom reťazci opísanom v oddiele 1.3.2.1, t.j. vstrekovaná bórovaná voda do kontejnmentu sa zhromažďuje cez zásobníky (spoločné so systémom havarijného dochladzovania AZ) a vedie cez výmenníky tepla, ktoré sú chladené TVD, predtým ako sa znovu použije.

1.3.4.2 SCHÉMA, ČASOVÉ OBMEDZENIA POUŽITIA, ZDROJE NAPÁJANIA, CHLADENIE ZARIADENIA

Tri redundancie správ kontejnmentu sú fyzicky oddelené a umiestnené v miestnostiach budovy reaktora, ktoré sú oddelené protipožiarnymi stenami.

Dostupnosť sprchovacieho systému kontejnmentu je potenciálne neobmedzená a závisí len od dostupnosti napájania a TVD (pozri aj oddiely 5.1.1, 5.1.3): teplo z každej z troch redundancií sa v skutočnosti odvádza jednou sekciou TVD, zatiaľ čo aktívne komponenty každého z týchto okruhov sa môžu napájať odlišnými havarijnými zdrojmi elektrického napájania (havarijné diesel generátory).

1.3.5 NAPÁJANIE STRIEDAVÝM/ JEDNOSMERNÝM PRÚDOM

Každý generátor zo sústavy generátora parnej turbíny generuje elektrický výkon pri napätí 15,75 kV. Izolovaná zbernica pripája každý generátor k hlavnému transformátoru (15,75/420 kV). Vyprodukovaná elektrická energia z každého bloku MO34 sa prenáša oddeleným jednoduchým vonkajším 400 kV vedením do rozvodne Veľký Ďur.

Energiu na vlastnú spotrebu každého bloku normálne dodávajú 2 pomocné transformátory (15,75/6,3/6,3 kV), ktoré sú pripojené na strane vyššieho napätia k izolovanej zbernici a na strane nižšieho napätia k 6,3 kV zberniciam systému elektrického rozvodu v bloku.

Ak 400 kV sieť zlyhá a nedosiahne sa prepnutie do prevádzky vlastnej spotreby, napájanie je zabezpečené z pomocného zdroja 110 kV siete. Elektrárň Mochovce spájajú s vonkajšou rozvodňou dve 110 kV vedenia. Pre každý blok elektrárne existuje jeden pomocný transformátor 110/6,3/6,3 kV s dvoma sekundárnymi vinutiami pripojenými k 6 kV zberniciam systému elektrického rozvodu v bloku.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 17 z 72 Sheet of

Niektoré z týchto 6 kV zberníc sú určené pre dôležité a bezpečnostné systémy. Tieto dôležité zbernice môžu byť napájané aj lokálnymi zdrojmi pozostávajúcimi z 3,5 MVA záložných havarijných diesel generátorov (DG). Každý blok je vybavený 3 seizmicky odolnými DG, ktoré sú navzájom fyzicky a elektricky oddelené, pričom každý z nich zabezpečuje energiu pre sústavu bezpečnostných systémov a bezpečnostne podporných systémov.

Okrem toho projekt dvojbloku MO34 zahŕňa špecifické projektové prvky určené na riešenie nadprojektových scenárov, v ktorých sa počíta s úplnou stratou AC napájania na jednom bloku (t.j. so súčasnou stratou 400 kV, 110 kV a troch DG na jednom bloku): tieto opatrenia využívajú viacblokovú konfiguráciu a predpokladajú manuálne prepojenia DG príslušnej redundancie medzi dvojblokami, a prepojenie (na zbernici bez vplyvu na bezpečnosť) medzi štyrmi blokmi.

Pri scenároch úplného výpadku elektrárne (SBO) bude dostupnosť napájania pre spotrebiče jednosmerného prúdu zabezpečená batériami.

Okrem toho, ako vo väčšine moderných projektov JE, projekt MO34 počíta s prídavným diesel generátorom, spoločným pre oba bloky, ktorý je fyzicky oddelený od ostatných generátorov a je určený na riešenie scenárov ťažkých havárií, v ktorých je postulovaná strata AC napájania.

1.4 VÝZNAMNÉ ROZDIELY MEDZI BLOKMI

Medzi 3. a 4. blokom Mochoviec neexistujú žiadne významné rozdiely. Projekt týchto dvoch blokov je však podstatne vylepšený oproti a nad rámec referenčnej elektrárne Mochovce 1-2 (VVER 440/V213), z ktorej vychádza.

Evolučný projekt blokov MO34 je fakticky výsledkom dvadsaťročného procesu zlepšovania pôvodného projektu VVER 440/V-213, v ktorom sa zohľadnili najnovšie požiadavky v oblasti jadrovej bezpečnosti, a pritom sa zachovali tie vlastnosti, ktoré sú základom excelentnej spätnej väzby s prevádzkovanými blokmi EMO12.

1.5 ROZSAH A HLAVNÉ VÝSLEDKY PRAVDEPODOBNOSTNÉHO HODNOTENIA BEZPEČNOSTI

1.5.1 ÚROVEŇ 1 PSA

Výsledky L1 PSA, ktoré sú v súčasnosti k dispozícii, sú tie, ktoré sú uvedené v predbežnej PSA vypracovanej počas revízie úvodného projektu, ktorý schválil ÚJD v roku 2008. V súčasnosti sa analýzy PSA rozširujú a revidujú tak, aby konečná L1 PSA (ktorá sa má predložiť ÚJD SR so žiadosťou o uvedenie do prevádzky) bola v plnom rozsahu premietnutá do konečného projektu elektrárne.

Konečná pravdepodobnosť poškodenia aktívnej zóny (berúc do úvahy príspevok plného výkonu, nízkeho výkonu a odstavenia z prevádzky) je menej ako $1E-5$ /rok, tak ako to odporúčajú štandardy MAAE pre nové reaktory.

1.5.2 ÚROVEŇ 2 PSA

ÚJD SR nepožadoval žiadne špecifické analýzy pre predĺženie stavebného povolenia na 3. a 4. blok Mochoviec. Činnosti L2 PSA v súčasnosti ďalej pokračujú: predpokladá sa, že LERF pre Mochovce 3 a 4 budú v súlade s odporúčaniami MAAE pre nové reaktory (t.j. $<1E-06$ /rok).

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 18 z 72 Sheet of

2 ZEMETRASENIA

2.1 PROJEKTOVÝ ZÁKLAD

2.1.1 ZEMETRASENIE, PROTI KTORÉMU JE ELEKTRÁREŇ NAPROJEKTOVANÁ

2.1.1.1 CHARAKTERISTIKY PROJEKTOVÉHO ZEMETRASENIA (DBE)

Pôvodný projektový základ stavebných objektov 3. a 4. bloku JE Mochovce sa stanovil na základe štúdie z roku 1984, ktorú vypracovalo EGP. Projektové základné spektrum odozvy sa prevzalo z akceleroqramu zaznamenaného v Nis z rumunského zemetrasenia, ktoré bolo v roku 1977 s $PGA = 0,06g$. Táto hodnota, s prihliadnutím na výsledky pravdepodobnostnej štúdie realizovanej v roku 2003, zodpovedá návratovej perióde zemetrasenia 475 rokov.

Hodnoty zrevidovanej úrovne zemetrasenia (RLE) sa pre 3. a 4. blok JE Mochovce stanovili na základe štúdie pravdepodobnostného seizmického ohrozenia, z roku 2003.

Stredná hodnota PFA zodpovedajúca úrovni SL-2 (s pravdepodobnosťou prekročenia 1×10^{-4} , napr. návratová perióda zemetrasenia 10 000 rokov) sa rovná $0,143g$. Na základe žiadosti Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky po štúdii z roku 2003 sa pre SL-2 zvolila hodnota horizontálneho PGA $0,15g$. Tvar spektra sa vytvoril na základe výsledkov štúdie PSHA a z analýzy citlivosti: zodpovedá 84 % NEP (pravdepodobnosti neprekročenia) a 5 % útlmu. Vertikálna zložka predstavuje dve tretiny horizontálnej s hodnotou PGA $0,10g$.

Na základe odporúčaní Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky sa pre SL-1 zvolila hodnota horizontálneho PGA $0,075g$, čo zodpovedá ročnej pravdepodobnosti prekročenia 1×10^{-3} . Tvar spektra bol vytvorený na základe výsledkov štúdie PSHA a analýzy citlivosti: zodpovedá 84 % NEP (pravdepodobnosti neprekročenia) a 5 % útlmu. Vertikálna zložka predstavuje dve tretiny horizontálnej s hodnotou PGA $0,05g$.

Na prehodnotenie existujúcich stavebných objektov MO34 a na projektovanie nových systémov a komponentov elektrárne sa použila referenčná úroveň zemetrasenia (RLE).

2.1.1.2 POUŽITÁ METODIKA NA HODNOTENIE PROJEKTOVÉHO ZEMETRASENIA

Prvú štúdiu seizmického ohrozenia areálu Mochoviec vypracovala Československá akadémia vied v správe z roku 1978 „Seizmické ohrozenie lokality Mochoviec“. Potom EGP uskutočnil hodnotenie seizmického ohrozenia areálu Mochoviec v roku 1984. Odhadnuté špičkové zrýchlenie na voľnom poli (PGA) bolo $0,06g$. Po prvej previerke misiou MAAE vykonal EGP v roku 1993 deterministické hodnotenie seizmického ohrozenia. Táto deterministická štúdia potvrdila PGA $0,06g$, pričom sa pridržala bezpečnostnej smernice MAAE 50-SG-S1. Druhá previerka misiou MAAE v roku 1998 navrhla vypracovať pravdepodobnostné posúdenie seizmického ohrozenia areálu, ktorá sa zakončila správou „Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia lokality JE Mochovce“, ktorú vypracovala v roku 2003 Slovenská akadémia vied. Toto pravdepodobnostné hodnotenie seizmického ohrozenia sa vykonalo v súlade so smernicou MAAE NS-G-3.3. Stredné PGA , ktoré zodpovedalo návratovej perióde zemetrasenia 10^4 rokov, sa rovnalo $0,143g$.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana Sheet 19 z of 72

2.1.1.3 ZÁVER O PRIMERANOSTI PROJEKTOVÉHO ZÁKLADU PRE ZEMETRASENIE

MAAE preverila seizmické ohrozenie areálu Mochoviec niekoľkokrát: tromi previerkami, ktoré sa konali v rokoch 1994, 1998 a 2003. Misia v roku 1998 navrhla vypracovať pravdepodobnostné posúdenie seizmického rizika (PSHA) pre areál, ktoré potom preverila misia v roku 2003.

Odporúčania tímu MAAE z roku 2003 boli zamerané na správne uplatňovanie spoľahlivého moderného súboru metód a na odborné posúdenie technického významu výsledkov, aby sa mohli zobrať ako referenčné na vyvodenie záverov o primeranosti posúdenia ohrozenia areálu s ohľadom na medzinárodnú prax.

Po roku 2003 sa vykonali ďalšie previerky areálu, ktoré sa zamerali na analyzovanie potenciálnych zlomov v okolí areálu. Vo výsledkoch týchto prešetrovaní sa dospelo k záveru, že v blízkosti areálu nie sú žiadne aktívne alebo spôsobilé zlomy.

Na základe poznatkov, ktoré vyplynuli z previerky MAAE v roku 2003 vo veci pravdepodobnostného posúdenia seizmického ohrozenia lokality Mochoviec, a na základe výsledkov získaných z následných prešetrovaní je možné urobiť záver, že pravdepodobnostné posúdenie seizmického rizika pre areál Mochoviec je možné považovať za primerané s ohľadom na aktuálnu medzinárodnú prax. Preto tiež hodnota RLE s PGA = 0,15g (odteraz uvádzaná ako SL-2 podľa MAAE NS-G-1.6) bola správne považovaná za primeranú na opätovné posúdenia existujúcich objektov a na projektovanie nových konštrukcií, systémov a komponentov elektrárne.

2.1.2 OPATRENIA NA OCHRANU ELEKTRÁRNE PROTI PROJEKTOVÉMU ZEMETRASENIU

2.1.2.1 IDENTIFIKÁCIA KONŠTRUKCIÍ SYSTÉMOV A KOMPONENTOV (KSK) NA DOSIAHNUTIE STAVU BEZPEČNÉHO Odstavenia

Pre bezpečnostne orientovaný prístup k projektu sú konštrukcie, systémy a komponenty (KSK), okrem bezpečnostnej klasifikácie, zoskupené do kategórií podľa ich významu pre bezpečnosť počas a po zemetrasení. Konštrukcie, systémy a komponenty MO34 sú zaradené do dvoch seizmických kategórií, pričom každá z nich sa na základe MAAE NS-G-1.6 ďalej delí na dve podkategórie.

Pre zaradenie KSK do posudzovaných seizmických kategórií sa za základné projektové kritérium bralo zachovanie ďalej uvedených bezpečnostných funkcií po zemetrasení:

1. Odstavenie reaktora;
2. Zabezpečenie a zachovanie podkritického stavu;
3. Odvod zvyškového tepla z aktívnej zóny a primárneho okruhu a dochladenie bloku;
4. Dosiahnutie bezpečného stavu bloku a dlhodobého riadenia bloku v bezpečnom stave;
5. Odvod zvyškového tepla z bazéna vyhoretého paliva;
6. Obmedzenie úniku rádioaktívnych látok do životného prostredia.

Klasifikácia komponentov podľa seizmických kategórií sa urobila na to, aby sa zaistili vyššie uvedené funkcie po zemetrasení na čas, ktorý je potrebný pre príchod externých podporných jednotiek (s ktorými sa počíta v súlade so Špecifikáciami záťažových skúšok ENSREG).

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 20 z 72 Sheet of

Seizmické kategórie 3. a 4. bloku JE Mochovce sú:

Seizmická kategória 1

Seizmická podkategória **1a** – požaduje sa seizmická odolnosť na zabezpečenie úplnej funkčnosti až do maximálneho projektového zemetrasenia (SL-2);

Seizmická podkategória **1b** – požaduje sa seizmická odolnosť na zabezpečenie mechanickej integrity (pevnosti a tesnosti) v súlade s istými pevnostnými normami a predpismi, prijateľné je čiastočné narušenie funkčnosti až do maximálneho projektového zemetrasenia (SL-2);

Seizmická kategória 2

Seizmická podkategória **2a** – do tejto kategórie patria systémy a komponenty zariadenia, budov a konštrukcií, ktoré by po seizmických interakciách mohli priamo alebo nepriamo spôsobiť stratu funkčnosti, pevnosti, tesnosti alebo stability polohy konštrukcií, systémov, komponentov a zariadenia, ktoré patria do seizmickej kategórie 1. Zvyčajne sa vyžaduje, aby sa počas a po seizmickej udalosti zachovala stabilita polohy konštrukcií a komponentov tejto podkategórie.

Seizmická podkategória **2b** – ostatné komponenty jadrovej elektrárne, pre ktoré sa nevyžaduje seizmická odolnosť.

2.1.2.2 HLAVNÉ PREVÁDZKOVÉ OPATRENIA PO ZEMETRASENÍ

Celkovým cieľom automatických a prevádzkových opatrení po zemetrasení je dostať a udržať blok v podmienkach studeného odstavenia a udržať ho v nich, a to úplne autonómne s ohľadom na opatrenia mimo lokality, po dobu najmenej 72 hodín, pri postulovanej strate externého napájania. To znamená:

- Reaktor je odstavený z prevádzky, reaktor a primárny okruh je podchladený a je zavedený dlhodobý odvod zvyškového tepla pomocou bezpečnostných systémov;
- Zavedený dlhodobý odvod zvyškového tepla z bazéna vyhoretého paliva.

Hlavné automatické opatrenia a opatrenia operátora po postulovanom zemetrasení sú:

- Hlavné automatické opatrenia :
 - odstavenie reaktora,
 - izolovanie seizmicky nekvalifikovaných častí od kvalifikovaných častí;
- Hlavné opatrenia operátora: v súlade s havarijnými prevádzkovými postupmi vykoná personál blokovej dozorne (BD) tieto opatrenia:
 - kontrola vykonaných automatických opatrení a stavu elektrárne;
 - príprava dochladienia primárneho okruhu (najmä primerané bórovanie primárneho chladiva);
 - dochladzovanie cez parogenerátory (PG) a systém havarijnej napájacej vody PG;
 - dochladienie primárneho okruhu na úroveň, ktorá umožní prepnúť dochladzovanie na systém odvodu zvyškového tepla (OZT);

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 21 z 72 Sheet of

- dochladenie primárneho okruhu do stavu studeného odstavenia použitím primárneho systému OZT.

Personál BD riadne monitoruje chladenie bazéna vyhoretého paliva. Všetky systémy chladenia bazéna vyhoretého paliva sú napájané seizmicky kvalifikovanými havarijnými diesel generátormi.

2.1.2.3 OCHRANA PROTI NEPRIAMYM ÚČINKOM ZEMETRASENIA

2.1.2.3.1 Seizmická interakcia medzi klasifikovanými a neklasifikovanými KSK

Zemetrasenie môže byť príčinou mnohých druhov interakcií, ako napríklad kolízií, zrútenia, pádov alebo záplav. Seizmické interakcie (SI) sa delia podľa potreby seizmického projektu do piatich základných skupín:

1. Dispozičné interakcie (t.j. interakcie vyvolané blízkosťou vzájomne sa ovplyvňujúcich prvkov);
2. Štrukturálne poruchy, zrútenia a nestabilné stavy;
3. Pružnosť pripojených vedení a vodičov a rozdiely v posunoch podpier;
4. Rozstrekovanie vody, riziká záplav a požiarov;
5. Riziká vzniku letiacich predmetov.

Aby sa eliminovalo riziko vyvolané SI, na začiatku hodnotenia konfigurácie zariadení sa rozhodne, či sa interakcie, ktoré môžu vzniknúť, budú považovať za podstatné (interakcie degradujúce technické parametre príslušného zariadenia a s negatívnym dopadom na bezpečnostné funkcie zariadenia), alebo za nepodstatné (interakcie, ktoré nevedú k poruchám, ktoré by mohli mať dopad na správne fungovanie, stabilitu a integritu príslušného zariadenia).

Skríningom SI interakcie účinkov sa vyhodnotili „ciele“, „zdroje“, možnosť výskytu a dôležitosť interakcie.

Poradie opatrení a metód na eliminovanie rizík seizmických interakcií je takéto:

- a) Identifikácia potenciálnych seizmických interakcií podľa projektovej dokumentácie, v prípade potreby doplnená predbežnou vizuálnou inšpekciou počas vypracúvania projektu;
- b) Príprava aktualizácií projektu na eliminovanie rizík definovaných seizmických interakcií, vrátane príslušných výpočtov;
- c) Podrobná vizuálna inšpekcia, ktorá sa má vykonať počas výstavby, s elimináciou zvyškového rizika.

2.1.2.3.2 Strata externého napájania, ktorá by mohla zhoršiť dopad seizmicky vyvolaného vnútorného poškodenia v elektrárni

Do projektu elektrického zariadenia elektrárne boli špecificky zaradené tri seizmicky odolné havarijné diesel generátory (3x100% redundancia) na to, aby zvládli stratu externého napájania, ktorú vyvolala seizmická udalosť.

2.1.2.3.3 Situácia mimo elektrárne, vrátane situácie, ktorá bráni alebo zdržiava prístup personálu a zariadenia do areálu

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 22 z 72 Sheet of

Analýzy, vykonané pre bloky Mochovce 1a 2 sú použiteľné aj pre bloky 3 a 4. V každom prípade budú vykonané v budúcnosti na lokalite Mochovce dodatočné analýzy dostupnosti v dôsledku zemetrasenia.

2.1.2.3.4 Iné nepriame účinky

Pozri oddiel 2.1.2.3.1.

2.1.3 SÚLAD ELEKTRÁRNE S JEJ PLATNÝM LICENČNÝM ZÁKLADOM

2.1.3.1 POSTUPY DRŽITEĽA POVOLENIA NA ZABEZPEČENIE TOHO, ABY RELEVANTNÉ KSK ZOSTALI V BEZCHYBNOM STAVE

Seizmický projekt Mochoviec 3 a 4 zabezpečuje, aby:

- KSK potrebné na dosiahnutie bezpečného odstavenia po zemetrasení, alebo
- KSK, ktoré môžu vyvolať nepriame účinky na KSK, ako v predchádzajúcom bode,

v takom stave, aby zabezpečili dlhodobé bezpečné riadenie po zemetrasení s intenzitou až do úrovne SL-2.

Na základe toho sa v súčasnosti vypracúvajú havarijné postupy/ predpisy.

Pokiaľ ide o programy údržby/ inšpekcie počas budúcej prevádzky elektrárne, tieto programy sa vypracujú tak, aby boli zosúladené s tými, ktoré sú v súčasnosti platné v prevádzkovaných blokoch Mochoviec 1 a 2.

2.1.3.2 POSTUPY DRŽITEĽA POVOLENIA NA ZABEZPEČENIE DOSTUPNOSTI MOBILNÉHO ZARIADENIA

Pre dlhodobé riešenie seizmickej udalosti počíta projekt Mochoviec 3 a 4 s využitím prenosných čerpadiel, aby sa optimalizovalo využitie seizmicky kvalifikovaných zásobníkov vody, ktoré sú k dispozícii v areáli. Počíta sa s tým, že takéto prenosné čerpadlá a prípojné hadice sa budú skladovať na čerpacej stanici technickej vody dôležitej, ktorá je stavebným objektom seizmickej kategórie 1, aby po zemetrasení bola zabezpečená jej dostupnosť.

Pokiaľ ide o programy údržby/ inšpekcie počas budúcej prevádzky elektrárne, tieto programy sa vypracujú tak, aby boli zosúladené s tými, ktoré sú v súčasnosti platné v prevádzkovaných blokoch Mochoviec 1 a 2.

2.2 VYHODNOTENIE REZERV

2.2.1 ROZSAH ZEMETRASENIA, KTORÉ VEDIE K ŤAŽKÉMU POŠKODENIU PALIVA

2.2.1.1 OPIS PRIJATEJ METÓDY NA POSÚDENIE REZERVY

Za účelom zachovania základných bezpečnostných funkcií (ZBF), aby sa predišlo poškodeniu aktívnej zóny jedného z blokov MO34 v prípade nadprojektového zemetrasenia (BDBE), bol zostavený zoznam KSK pre dva reprezentatívne prevádzkové režimy: plný výkon a režim otvoreného reaktora.

Použitá metóda na výber do zoznamu KSK je uvedená v prílohe.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082680
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31/10/2011 Strana 23 z 72 Sheet of

2.2.1.2 PREZENTÁCIA VÝSLEDKOV

2.2.1.2.1 Stavebné objekty

Podľa revízie úvodného projektu JE MO34 dokončenej v roku 2008 sa projektové zemetrasenie (DBE) pre areál zvýšilo z 0,06g (pôvodné projektové zemetrasenie) na 0,15g (referenčná úroveň zemetrasenia), t.j. na seizmickú úroveň, ktorá je vyššia, ako úroveň priradená návratovej perióde 10^4 rokov. Na splnenie tejto úlohy sa stanovilo niekoľko opatrení na zodolnenie slabých miest seizmicky kvalifikovaných stavebných objektov prostredníctvom formálneho procesu SMA. Takéto kritické miesta vo všeobecnosti súviseli s oceľovými konštrukciami (napr. vrchná oceľová konštrukcia reaktora), v ktorých niektoré stĺpy, nosníky a výstuže mali HCLPF nižšie ako 0,15g. V zrevidovanej dokumentácii úvodného projektu, ktorý schválil ÚJD v roku 2008, je špecifikované, že sa počíta so zodolnením takýchto súčastí, aby sa zvýšila vysoká spoľahlivosť nízkej pravdepodobnosti poruchy (HCLPF) najmenej na 0,15g: takto je rezerva vo vzťahu k pôvodnému projektu minimálne 0,09g.

Avšak štrukturálne analýzy, ktoré sa vykonali v rámci revízie úvodného projektu, zahŕňali posúdenie zmierňovacieho štrukturálneho nepružného správania konštrukcií: z tohto dôvodu sa vyhodnotenie seizmických rezerv štruktúr nad 0,15g dá dosiahnuť len prostredníctvom jemných elasticko-plastických štrukturálnych analýz, ktoré v súčasnosti nie sú k dispozícii.

2.2.1.2.2 Strojové zariadenia

Pre niektoré strojové/mechanické komponenty a potrubia bola stanovená minimálna HCLPF 0,16g.

Hodnotenie HCLPF pre niektoré strojové/mechanické komponenty sa vykonalo len v oblasti pružnosti (napr. nebral sa do úvahy koeficient absorpcie nepružnej energie F_U). Keďže vo väčšine prípadov je najslabším miestom podpera/ukotvenie komponentu/potrubia, dá sa predpokladať ďalšia rezerva pri zohľadnení zmierňovacieho vývoja pružnosti v podperách (napr. s $F_U = 1,25$ – napr. ako sa navrhuje v MAAE RU 8951 – HCLPF sa zvýši z 0,16g na 0,20g). Pre takýto predpoklad by však boli potrebné podrobnejšie analýzy o posúdení permanentných posunov podpory a ich vplyvu na funkčnosť komponentu.

2.2.1.2.3 Elektrické zariadenie

Najnižšia rezerva pre elektrické komponenty je HCLPF = 0,175g. Aj v tomto prípade sa hodnotenie vykonalo v oblasti pružnosti: podrobná elasticko-plastická analýza by mohla preukázať ďalšie rezervy predtým, ako komponent stratí svoju funkčnosť.

2.2.1.2.4 SKR zariadenie

Najnižšia rezerva komponentov SKR sa rovná 0,30g.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 24 z 72 Sheet of

2.2.1.2.5 Zhrnutie posúdenia rezervy

Minimálne HCLPF pre jednotlivé KSK cesty bezpečného odstavenia (CBO) sú zhrnuté v tabuľke 2.1.

Konštrukcia/System/Komponent	HCLPF [g]
Stavebné objekty	Spodná hranica: 0,15 Horná hranica: nutné sú ďalšie analýzy
Strojové zariadenie	0,16
Elektrické zariadenie	0,175
SKR zariadenie	0,30

Tabuľka 2.1: Seizmické rezervy vyhodnotené pre projekt MO34

2.2.2 ROZSAH ZEMETRASENIA, KTORÉ VEDIE K STRATE INTEGRITY KONTEJNMENTU

Analýza uvedená v oddiele 2.2.1.2.1 platí aj pre konštrukciu kontejnmentu MO34: avšak výsledky posudzovania, ktoré sa vykonalo pre bloky EMO12/EBO34 ukazujú, že rezervy na 0,15g sa dajú predpokladať aj pre MO34.

2.2.3 NADPROJEKTOVÉ ZEMETRASENIE PRE ELEKTRÁREŇ A NÁSLEDNÁ NADPROJEKTOVÁ ZÁPLAVA

Pre areál Mochoviec je vylúčená možnosť externej záplavy po zemetrasení. Podrobné údaje tejto analýzy sú uvedené v 3. kapitole tejto správy.

2.2.4 POTENCIÁLNA NUTNOSŤ ZODOLNENIA ELEKTRÁRNE VOČI ZEMETRASENIAM

Analýzy preukázali, že pre mechanické/elektrické/SKR zariadenia existujú významné rezervy. V súčasnosti však neexistuje podrobné posúdenie rezerv stavebných objektov proti zemetraseniu nad 0,15g. Z tohto dôvodu sa pre túto problematiku v budúcnosti vykonajú doplňujúce skúmania.

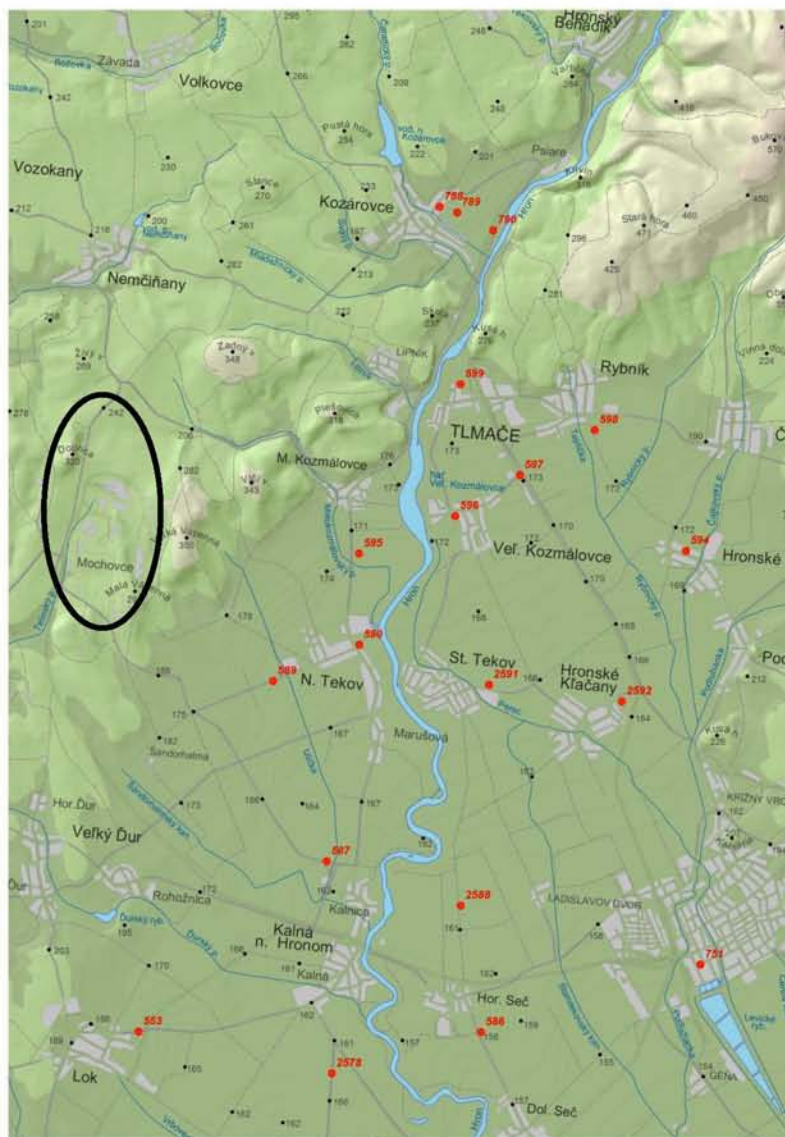
3 ZÁPLAVA

3.1 PROJEKTOVÝ ZÁKLAD

3.1.1 ZÁPLAVA, PROTI KTOREJ JE ELEKTRÁREŇ NAPROJEKTOVANÁ

3.1.1.1 CHARAKTERISTIKY PROJEKTOVEJ ZÁPLAVY (DBF)

Ako je ďalej zdokumentované, jedinou vierohodnou príčinou záplavy v areáli Mochoviec sú extrémne zrážky. Projektovými dažďovými zrážkami je privalový búrkový dážď v trvaní 15 min a návratnou periódou 1 rok, čo zodpovedá výdatnosti dažďa rovnajúcej sa 140l/s.ha.



Obrázok 3.1: Mapa oblasti Mochoviec, znázorňujúca lokálnu geografiu okolia JE Mochovce a rieky Hron (červené body znázorňujú umiestnenie monitorovacích bodov množstva podzemnej vody) - zdroj: SHMÚ.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 26 z 72 Sheet of

3.1.1.2 POUŽITÁ METODIKA NA HODNOTENIE PROJEKTOVEJ ZÁPLAVY

Nedávno vykonaná analýza ohrozenia pre areál Mochoviec ukázala, že nebezpečenstvo spojené s inými potenciálnymi zdrojmi záplavy, t.j.:

- zdroje povrchovej vody ;
- poškodenia hrádze/vodnej nádrže;
- spodná voda;

sú zanedbateľné a dajú sa vylúčiť, ako ukazuje analýza v nasledujúcich oddieloch.

3.1.1.2.1 Záplava zo zdrojov povrchovej vody

Areál JE je umiestnený v hornej časti povodia Telinského potoka. Základná rovina elektrárne je stanovená podľa národného nivelačného systému Balt na úroveň 242,10 m nad morom (m.n.m.).

Areál elektrárne je rozmiestnený na siedmich výškových úrovniach s nadmorskou výškou od 242,10 m po 226,10 m, ktoré vznikli v dôsledku rozsiahlych zemných prác vykonaných počas výstavby.

Rieka Hron tečie asi 5 km východne a spolu s vodnou nádržou Veľké Kozmálovce je hlavným zdrojom vody pre JE Mochovce.

Záplavy v povodí rieky Hron môžu ovplyvniť iba dodávku technickej vody pre danú lokalitu, čiže prevádzku čerpacej stanice na vodnej nádrži Veľké Kozmálovce. Zariadenie čerpacej stanice sa nachádza asi 50 m vpravo od hrádze nádrže Veľké Kozmálovce (nadmorská výška 173,7 m.n.m.). Koruna hrádze je v nadmorskej výške 176,0 m.n.m. (maximálna prevádzková hladina vodnej zásobnej nádrže Veľké Kozmálovce je v nadmorskej výške 175,0 m.n.m.). Vzhľadom na umiestnenie rieky Hron, jej potenciálna maximálna záplava nepredstavuje žiadne riziko poškodenia technologických zariadení JE MO34.

Na záver možno skonštatovať, že vzhľadom na prevýšenie areálu JE Mochovce (226,10 – 242,10 m n.m.) oproti topografii danej oblasti a korytu rieky Hron a Telinskému potoku nie je žiadne technologické zariadenie JE MO34 priamo ohrozené nebezpečenstvom záplavy.

3.1.1.2.2 Záplava v dôsledku poškodenia hrádzi/vodných nádrží

Nebezpečenstvo záplavy následkom poškodenia hrádzi/vodných nádrží sa v Predbežnej bezpečnostnej správe MO34 vylúčilo s ohľadom na nadmorskú výšku areálu JE Mochovce a oblasti/nadmorské výšky, v ktorých sa nachádzajú zdroje potenciálneho nebezpečenstva (t.j. maximálna prevádzková hladina vodnej nádrže Veľké Kozmálovce je 175,0 m nad morom).

3.1.1.2.3 Záplava z podzemnej vody

Hydrogeologickým podmienkam v oblasti areálu JE Mochovce dominuje skalný útvar Veľká a Malá Vápenná, na ktorom sa nachádza podstatná časť areálu JE a ktorý sa čiastočne vyťažil počas výstavby elektrárne.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 27 z 72 Sheet of

Výstavba elektrárne vyvolala veľké presuny pôdy, čo malo vplyv aj na odtekanie povrchových vôd, aj na režim prírodných kolektorov presakujúcich vôd. Pri zemných nivelačných prácach (nivelácia až do výšky 242,10 m n.m.) sa premiestnilo približne 6 miliónov kubických metrov horniny a zeminy. Odstránením štvrtohornej povrchovej vrstvy sa odstránil aj tenký horizont podzemnej vody. Pri hlbinných vrtných prácach sa nenašla žiadna podzemná voda v skalnom podloží pod územím elektrárne.

Lokalita sa odvodňuje drenážnymi systémami umiestnenými na povrchu neogénnych ílovitých hornín podložia.

Monitorovanie režimu podzemných vôd sa zrealizovalo na 19 vrtoch umiestnených v lokalite Mochoviec v hĺbke 10 až 25 metrov. Tieto vrty umožnili dlhodobé bodové a priestorové hodnotenie režimu a kolísania úrovne podzemnej vody v období rokov 1966 až 2010.

Malé prírodné drenáže sa našli len v najsevernejšej časti územia. Tieto však súvisia s malým odtokom akumulovanej stojatej vody uzavretej v piesčitých častiach ílovej vrstvy.

Na záver možno povedať, že analýza geomorfologických, geologických a hydrogeologických podmienok ukázala, že podzemná voda sa nikdy nedostane k základom budov JE Mochovce.

3.1.1.2.4 Záplava v dôsledku extrémnych zrážok v lokalite

Hodnoty extrémnych zrážok boli vyhodnotené v správe, ktorú v roku 2011 pripravil SHMÚ pre lokalitu MO34. Na vyhodnotenie maximálnych hodnôt dažďových/snehových zrážok sa použili ročné merania za 30 rokov z meteorologickej stanice v Mochovciach (1981 – 2010), ako aj hodnoty ročných meraní za 65-ročné časové sekvencie výdatnosti zrážok na Slovensku. Hodnotenie sa vykonalo extrapoláciami za použitia kriviek DDF (frekvencia hĺbkového dosahu). Predovšetkým nebezpečenstvo spojené s privalovým búrkovým dažďom v trvaní 15 min sa vyhodnotilo takto:

- 32,0 mm, pre návratovú periódu 10^2 r;
- 61,0 mm, pre návratovú periódu 10^4 r.

3.1.1.3 Záver o primeranosti ochrany proti externej záplave

Z vyššie uvedenej analýzy vyplýva, že jediným možným zdrojom záplavy sú extrémne zrážky v lokalite. Projektová hodnota pre zrážky v JE MO34 sa vypočítala podľa medzinárodnej praxe, ktorá je zosumarizovaná v bezpečnostných smerniciach MAAE NS-G-3.4, NS-G-1.5.

3.1.2 OPATRENIA NA OCHRANU ELEKTRÁRNE PROTI PROJEKTOVEJ ZÁPLAVE

3.1.2.1 ZOZNAM KSK VO VZŤAHU K SCENÁROM ZÁPLAVY

Ako je uvedené v 2. kapitole, jedinečný výber KSK elektrárne (uvádzaný ako cesta bezpečného odstavenia – CBO) sa stanovil na to, aby sa vyhodnotili rezervy elektrárne proti nadprojektovému zemetraseniu, nadprojektovej záplave, nadprojektovým extrémnym prírodným podmienkam (pozri prílohu).

Z tohto dôvodu nemusí byť stanovená CBO tou cestou, ktorá ukazuje najvyššie rezervy proti každému z postulovaných externých rizík: avšak vzhľadom na topografiu lokality a situačný

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 28 z 72 Sheet of

plán elektrárne sa dá odôvodnene predpokladať, že vybrané KSK predstavujú vhodný výber aj pre analýzu nadprojektovej záplavy (BDBF).

3.1.2.2 HLAVNÉ PROJEKTOVÉ A STAVEBNÉ OPATRENIA NA ZABRÁNENIE DOPADU ZÁPLAVY NA ELEKTRÁREŇ

Do projektu MO34 boli zahrnuté ďalej uvedené projektové opatrenia za účelom ďalšej minimalizácie rizika spojeného so zaplavením areálu:

- drenážny systém dažďovej vody bol navrhnutý s významnými rezervami (podrobnosti sú uvedené v oddiele 3.2.1.2.1);
- zvýšený prístup (20-60 cm nad zemou) sa vzal do úvahy pre budovy, ktoré sú dôležité z hľadiska bezpečnosti, v ktorých sa nachádza zariadenie KSK, a to pre:
 - diesel-generátorovú stanicu,
 - budovu reaktora,
 - budovu s pozdĺžnou/priečnou etažérkou,
 - čerpaciu stanicu technickej vody dôležitej.

V skutočnosti, pokiaľ ide o budovu reaktora, budovy s pozdĺžnou/priečnou etažérkou, diesel-generátorová stanica atď., tieto budovy majú buď hermetické dvere a minimálne 20-cm prístupové prahy do miestností, v ktorých je umiestnené zariadenie dôležité pre bezpečnosť (budova reaktora), alebo majú 20-cm prístupové prahy (diesel-generátorová stanica a budovy s pozdĺžnou/priečnou etažérkou).

Zvýšený 60-cm prístup je k dispozícii pre čerpaciu stanicu technickej vody dôležitej.

3.1.2.3 HLAVNÉ PREVÁDZKOVÉ PREDPISY NA ZABRÁNENIE DOPADU ZÁPLAVY NA ELEKTRÁREŇ

V tejto fáze projektu nie sú vypracované prevádzkové predpisy: predpokladá sa, že tie isté predpisy, ktoré sú v súčasnosti platné v prevádzkovaných blokoch 1 a 2, sa uplatnia pre 3. a 4 blok.

3.1.2.4 SITUÁCIA MIMO ELEKTRÁRNE, VRÁTANE SITUÁCIE, KTORÁ BRÁNI ALEBO ZDRŽIAVA PRÍSTUP PERSONÁLU A ZARIADENIA DO AREÁLU

Administratívne predpisy a postupy, ktoré sú potrebné na riešenie takých scenárov, neboli v tejto fáze projektu vypracované: predpokladá sa, že tie isté predpisy, ktoré sú v súčasnosti platné v prevádzkovaných blokoch 1 a 2, sa uplatnia pre 3. a 4 blok.

3.1.3 SÚLAD ELEKTRÁRNE S JEJ PLATNÝM LICENČNÝM ZÁKLADOM

3.1.3.1 POSTUPY DRŽITEĽA POVOLENIA NA ZABEZPEČENIE TOHO, ABY RELEVANTNÉ KSK ZOSTALI V BEZCHYBNOM STAVE

Externá záplava bola zahrnutá do projektového základu elektrárne, a teda riadne zohľadnená pri projektovaní KSK. Administratívne predpisy a postupy na zabezpečenie dostupnosti KSK,

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 29 z 72 Sheet of

ktoré sú potrebné na riešenie takých scenárov, neboli v tejto fáze projektu vypracované: predpokladá sa, že tie isté predpisy, ktoré sú v súčasnosti platné v prevádzkovaných blokoch 1 a 2, sa uplatnia pre 3. a 4 blok.

3.1.3.2 POSTUPY DRŽITEĽA POVOLENIA NA ZABEZPEČENIE NEPRETRŽITEJ PRIPRAVENOSTI MOBILNÉHO ZARIADENIA A POMOCNÉHO PREVÁDZKOVÉHO MATERIÁLU

Programy údržby/ inšpekcie prenosného zariadenia, ktoré sa má použiť pri scenári záplavy počas budúcej prevádzky elektrárne sa vypracujú tak, aby boli zosúladené s tými, ktoré sú v súčasnosti platné v prevádzkovaných blokoch Mochoviec 1 a 2.

3.2 VYHODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV

3.2.1 ODHAD BEZPEČNOSTNEJ REZERVY VOČI ZÁPLAVE

3.2.1.1 OPIS PRIJATEJ METÓDY NA POSÚDENIE REZERVY

O metóde, ktorá sa prijala na hodnotenie rezervy, sa hovorí v prílohe.

Areál Mochoviec je usporiadaný do niekoľkých výškových úrovní, od 242,10 m n.m. do 226,10 m n.m. Avšak na účel súčasných analýz sú predmetom hlavného záujmu len dve úrovne (plošiny) (uvádzané ako úroveň terénu), keďže sa na nich nachádzajú budovy, v ktorých sú umiestnené prvky CBO.

- úroveň 1 vo výške 237,6 m nad morom, kde sa nachádza čerpacia stanica technickej vody dôležitej (TVD) a ventilátorové chladiace veže, ktoré zabezpečujú konečný tepelný odvod (UHS) pre oba bloky za normálnych, abnormálnych a havarijných podmienok (vrátane zemetrasenia a straty externého napájania);
- úroveň 2 vo výške 242,1 m nad morom, kde sa nachádza zvyšok stavebných objektov s prvkami cesty bezpečného odstavenia.

3.2.1.2 PREZENTÁCIA VÝSLEDKOV

3.2.1.2.1 Dažďové zrážky v areáli: rezerva v projekte drenážneho systému

Systém dažďovej vody MO34 zbiera a dopravuje (samospádom) zrážkovú vodu z rozličných oblastí elektrárne do najnižšieho bodu areálu Mochoviec, ktorý sa nachádza mimo hranice MO34. Drenážny systém má nezávislé potrubie pre každú z troch vyššie uvedených úrovní a dažďová voda sa dopravuje priamo z každej úrovne do spoločnej nádrže (nachádza sa na úrovni 226,10 m nad morom), ktorý je spoločný s 1. a 2. blokom JE Mochovce.

Drenážny systém bol naprojektovaný so zohľadnením 15-minútového privalového dažďa s periodicitou 1 rok a intenzitou dažďa 140 l/s.ha. Táto intenzita dažďa zodpovedá prietoku 26,18 l/s v menšom kolektore. Odvodňovaná plocha menšieho kolektora je 0,38 ha, z čoho 0,2 ha je tvrdý povrch (koeficient odtoku 0,8) a 0,18 ha je nedláždený povrch (koeficient odtoku 0,15). Minimálny rozmer potrubí drenážneho systému je DN 300 a jeho kapacita pri sklone 2% je 147,07 l/s. Zrážky na rovnakú odvodňovanú plochu, ktoré by mohli vyvolať taký prietok,

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 30 z 72 Sheet of

zodpovedá zrážkam takmer 70 mm v trvaní 15 min, čo je takmer dvojnásobok zrážok s návratovou periódou 100 rokov.

Rezerva je 38 mm vo vzťahu k 100-ročnej návratovej perióde zrážok v trvaní 15 minút.

3.2.1.2.2 Zrážky v areáli a kanalizácia nefunguje: dodatočná rezerva proti zaplaveniu

Napriek skutočnosti, že rezerva kanalizácie vylučuje možnosť zaplavenia v dôsledku dažďových zrážok, urobila sa aj analýza správania elektrárne v prípade úplného výpadku (upchatia) drenážneho systému. V tomto scenári (drenážny systém je nefunkčný alebo upchaný) sa dá preukázať, že nemôže dôjsť k poruche prvkov CBO, kým hladina vody (vo vnútri budovy a vonku) nedosiahne výšku vstupných dverí, pričom sú všetky tieto komponenty nainštalované minimálne na prízemí týchto budov.

Prvá bezpečnostne dôležitá budova, ktorá sa posudzovala v analýze, je čerpacia stanica technickej vody dôležitej (s plošinou vo výške 237,6 m n.m.).

Citlivé časti prvkov CBO, ktoré sa nachádzajú v tejto budove, sú elektrické motory čerpadiel TVD, ktoré sú umiestnené na podlahe vo výške 238,2 m.n.m. (t.j. 60 cm nad úrovňou miestnej podlahy). Z tohto dôvodu a s uvažovaním toho, že funkčnosť elektrických káblov nie je zaplavením ovplyvnená, k poškodeniu čerpadiel dôjde vtedy, keď voda dosiahne 238,2 m.n.m.

V dôsledku toho zaplavenie, ktoré dosahuje absolútnu nadmorskú výšku +238,2 m.n.m., zahŕňa stratu medzného tepelného odvodu (LUHS) pre 3. a 4. blok.

Na vyššej úrovni (242,10 m n.m.) sa nachádzajú tieto bezpečnostne dôležité budovy

- budova reaktora,
- budovy s pozdĺžnou/priečnou etažérkou,
- diesel-generátorová stanica.

Čo sa týka budovy reaktora a budov s pozdĺžnou/priečnou etažérkou a diesel-generátorovej stanice, ako je vysvetlené v oddiele 3.1.2.2, tieto budovy majú buď hermetické dvere a minimálne 20-cm prístupové prahy do miestností s bezpečnostne dôležitým zariadením (budova reaktora) a 20-cm prístupové prahy (diesel-generátorová stanica a budovy s pozdĺžnou/priečnou etažérkou). Z tohto dôvodu je možné vylúčiť priame externé zaplavenie týchto budov pod podmienkou, že miestna topografia lokality neumožní miestnu akumuláciu vody.

Rezerva je 60 cm pre zariadenie nainštalované v budovách, ktoré sú umiestnené na úrovni podlahy vo výške 237,6 m n.m. (TVD) a 20 cm pre tie, ktoré sa nachádzajú na úrovni 242,1 m (budova reaktora, DG atd.).

3.2.2 POTENCIÁLNA NUTNOSŤ ZODOLNENIA ELEKTRÁRNE VOČI ZÁPLAVE

Na základe predchádzajúcich analýz (nadmerná kapacita drenážneho systému a orografia lokality) je možné vylúčiť priame zaplavenie akýchkoľvek bezpečnostne dôležitých budov: takýmto spôsobom je odolnosť JE MO34 oproti externej záplave zabezpečená s významnou bezpečnostnou rezervou.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 31 z 72 Sheet of

4 EXTRÉMNE POVETERNOSTNÉ PODMIENKY

4.1 PROJEKTOVÝ ZÁKLAD

4.1.1 PREHODNOTENIE POVETERNOSTNÝCH PODMIENOK POUŽITÝCH ZA PROJEKTOVÝ ZÁKLAD

V nasledujúcich oddieloch sa posudzujú tieto prírodné udalosti:

- Extrémny vietor (priamy aj vírivý);
- Extrémne teploty;
- Extrémny sneh.

Zemetrasením a extrémnymi dažďovými zrážkami sa zaoberá 2. a 3. kapitola.

4.1.1.1 DEFINÍCIA PROJEKTOVÉHO ZÁKLADU

4.1.1.1.1 Priamy vietor

Projektová hodnota rýchlosti priameho vetra je 39,89 m/s.

4.1.1.1.2 Extrémne teploty

Hodnoty projektových vonkajších extrémnych teplôt pre dôležité technické zariadenie, t.j.:

- vonkajšie bezpečnostne dôležité systémy, ktoré musia zostať funkčné pri extrémnych prírodných podmienkach;
- ventilačné systémy, ktoré odoberajú vzduch zvonka a zabezpečujú ventiláciu pre bezpečnostne dôležité systémy, ktoré musia zostať funkčné pri extrémnych prírodných podmienkach,

sú uvedené v tabuľke 4.1:

Meteorologické parametre	Jednotka	Projektová hodnota
Maximálna teplota trvajúca 6 hodín	°C	+43,8
Minimálna teplota trvajúca 6 hodín	°C	- 44,2
Maximálna teplota trvajúca 7 dní	°C	+ 38,0
Minimálna teplota trvajúca 7 dní	°C	- 30,0

Tabuľka 4.1: Projektové vonkajšie extrémne teploty pre Mochovce 3 a 4.

4.1.1.1.3 Extrémne snehové zrážky

Projektová snehová záťaž bola stanovená v súlade s normou STN 73 0035:1986 na 0,7 KN/m².

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 32 z 72 Sheet of

4.1.1.2 POSTULOVANIE RIADNEJ ŠPECIFIKÁCIE PRE EXTRÉMNE POVETERNOSTNÉ PODMIENKY, AK NIE SÚ ZAHRNUTÉ DO PÔVODNÉHO PROJEKTOVÉHO ZÁKLADU

Hurikány a tornáda boli vylúčené pre areál Mochoviec, a teda pôvodne neboli zaradené do projektového základu elektrárne. Na základe aktualizovanej analýzy ohrozenia areálu Mochoviec sú jedinými vieročhodnými vírivými vetrami pre oblasť Mochoviec tie, ktoré súvisia s kategóriou tornád kategórií F0 a F1 (stupnica Fujita) s ekvivalentnou rýchlosťou priameho vetra 32,2 m/s, respektíve 50 m/s.

4.1.1.3 POSÚDENIE PREDPOKLADANEJ FREKVENCIE PÔVODNE POSTULOVANÝCH ALEBO ZNOVU DEFINOVANÝCH PROJEKTOVÝCH PODMIENOK

4.1.1.3.1 Priamy vietor

Na základe aktualizovaných analýz ohrozenia pre areál Mochoviec sú v tabuľke 4.2 uvedené hodnoty ohrozenia vetrom.

Meteorologická premenná	Pravdepodobnosť neprekročenia		
	Jednotka	100 rokov	10 000 rokov
Extrémna rýchlosť vetra pre 10 min rýchlostí vetra meraných vo výške 10 m nad zemským povrchom	m.s ⁻¹	27,2	38,7
Maximálny poryv vetra vo výške 10 m nad zemským povrchom	m.s ⁻¹	40,0	53,9

Tabuľka 4.2: Tabuľka aktualizovaných posudzovaných hodnôt extrémneho vetra pre lokalitu Mochoviec

4.1.1.3.2 Vírivý vietor

Pozri oddiel 4.1.1.2.

4.1.1.3.3 Extrémne teploty

Na základe historických záznamov boli vypočítané hodnoty ohrozenia teplotou pre návratové periódy 10² a 10⁴ rokov, ako sú uvedené v tabuľke 4.3.

Meteorologický parameter	Návratové periódy		
	Jednotka	100 rokov	10 000 rokov
Maximálna teplota trvajúca 6 hodín	°C	37,5	41,6
Minimálna teplota trvajúca 6 hodín	°C	-23,0	-33,7
Maximálna teplota trvajúca 7 dní	°C	29,0	33,5
Minimálna teplota trvajúca 7 dní	°C	-17,2	-27,3

Tabuľka 4.3: Extrémne teploty pre lokalitu Mochoviec

4.1.1.3.4 Extrémne snehové zrážky

Kým dostupné údaje z aktualizovanej analýzy ohrozenia pre lokalitu Mochoviec sa týkajú vodného ekvivalentu snehovej pokrývky, hodnota vodného ekvivalentu snehovej pokrývky s návratovou periódou 100 rokov je 91,4 mm, čo zodpovedá snehovej záťaži na zemský povrch

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 33 z 72 Sheet of

rovnajúcej sa $0,9 \text{ kN/m}^2$, a teda pre snehovú záťaž na stavebné objekty je podľa STN EN 1991-1-3 približne $0,72 \text{ kN/m}^2$.

4.2 VYHODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV

4.2.1 ODHAD BEZPEČNOSTNEJ REZERVY PROTI EXTRÉMNYM POVETERNOSTNÝM PODMIENKAM

Vyhodnotenie rezerv elektrárne proti extrémnym poveternostným podmienkam sa poskytlo pre KSK cesty bezpečného odstavenia, ako je uvedené v 2. kapitole. Najmä (pozri prílohu):

- rezervy proti priamym vetrom a snehovým záťažiam sa vyhodnotili pre stavebné objekty obsahujúce prvky cesty bezpečného odstavenia;
- rezervy proti extrémnym teplotám sa vyhodnotili pre technologické zariadenie zahrnuté do cesty bezpečného odstavenia, t.j. bezpečnostne dôležité zariadenie, ktorého funkčnosť sa musí zachovať pri posudzovanej externej udalosti, alebo prvky, ktorých strata funkčnosti, aj keď je prípustná, by mohla poškodiť funkčnosť prvkov, ktorých funkčnosť sa musí zachovať, t.j.:
 - prvky cesty bezpečného odstavenia umiestnené vonku;
 - systémy vzduchotechniky, ktoré čerpajú vzduch zvonka a odvetrávajú (priamo alebo nepriamo) miestnosti, v ktorých sa nachádza zariadenie cesty bezpečného odstavenia.

4.2.1.1 PRIAMY VIETOR

Projektová hodnota definovaná v oddiele 4.1.1.1.1 je v súlade s odporúčaniami medzinárodnej praxe (t.j. s bezpečnostnou smernicou MAAE č. NS-G-3.4, NS-G-1.5, atd.).

Všetky stavebné objekty cesty bezpečného odstavenia boli pôvodne naprojektované pre veternú záťaž $0,604 \text{ kN/m}^2$. Podľa normy STN 73 0035:1986 zodpovedajú tieto hodnoty rýchlosti vetra rovnajúcej $38,89 \text{ m/s}$ a $54,47 \text{ m/s}$, čo je podľa pôvodnej analýzy ohrozenia spojené s rizikom návratovej periódy 100 rokov, respektíve 10 000 rokov.

Preto sa rezervy elektrárne proti nadprojektovému priamemu vetru dajú odhadnúť ako pomer medzi veternými záťažami, ktoré sa brali do úvahy na overenie analýz vykonaných v rámci revízie úvodného projektu a projektovej hodnoty. Takže elektrárne vykazujú odolnosť voči veterným záťažiam, ktoré sú 1,85-krát vyššie, ako projektové záťaže.

4.2.1.2 VÍRIVÝ VIETOR

Za predpokladu, že tornádo nie je zahrnuté do projektového základu elektrárne, sú rezervy vyhodnotené v porovnaní s dostupnými údajmi o riziku. Aktualizovaná analýza vykonaná v roku 2010 ukázala, že pre oblasť Mochoviec je potrebné uvažovať len s tornádami tried F0/F1 (so súvisiacou predpokladanou početnosťou výskytu v rozpätí $10^{-4}/10^{-5} \text{ rok}^{-1}$). Také tornáda majú ekvivalentné rýchlosti priameho vetra do 50 m/s , čo je menej, ako je rýchlosť spojená s extrémnymi veternými záťažami (pozri oddiel 4.2.1.1): takže stavebné objekty CBO boli preverené na veterné záťaže rovnajúce sa 1,2-násobku záťaží spojených s tornádami F1.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 34 z 72 Sheet of

4.2.1.3 EXTRÉMNE TEPLOTY

Na účel vyhodnotenia rezerv elektrárne proti nadprojektovým externým teplotám je potrebné poukázať na toto:

- vymedzenie projektových extrémnych teplôt MO34 sa vykonalo konzervatívnym spôsobom, ktorý významne prekračuje rámec štandardnej praxe:
 - aktualizovaná analýza rizika z r. 2011 preukázala, že hodnoty ohrozenia (pozri tabuľku 4.3) pre maximálne/minimálne teploty trvajúce 6 hodín/7 dní spojené s návratovou periódou 10^2 a 10^4 rokov sú podstatne nižšie, ako projektové hodnoty (pozri tabuľku 4.1);
 - návratová perióda zodpovedajúca projektovým extrémnym teplotám vo všetkých prípadoch prekračuje $3 \cdot 10^4$ rokov;
- rezervy medzi hodnotami ohrozenia a projektovými teplotami sú zhrnuté v tabuľke 4.4;
- pre podrobné skúmania konečnej odolnosti dôležitých KSK proti nadprojektovým podmienkam by boli potrebné analýzy prechodových stavov, ktoré nie sú k dispozícii. Projekt relevantného zariadenia CBO sa však urobil pri zohľadnení stabilných podmienok vonkajšej teploty, a nie krátkodobých prechodových tepelných stavov uvedených v projektovom základe: z tohto dôvodu sa predpokladá existencia doplňujúcich rezerv.

Preto sa dá predpokladať, že zariadenie CBO má významné rezervy s ohľadom na konzervatívne vymedzené projektové extrémne teploty:

	Ohrozenie ($T_R = 10^4$ r) [°C]	DB [°C]	Rezervy (abs. hodnota) [°C]
Maximálne teploty trvajúce 6 hodín	41,6	43,8	2,2
Minimálne teploty trvajúce 6 hodín	-33,7	-44,2	8,5
Maximálne teploty trvajúce 7 dní	33,5	38	4,5
Minimálne teploty trvajúce 7 dní	-27,3	-30	2,7

Tabuľka 4.4: Rezervy pre vonkajšie extrémne teploty (porovnanie medzi projektovými hodnotami a hodnotami ohrozenia spojenými s návratovou periódou až 10^4 rokov)

4.2.1.4 EXTRÉMNE SNEHOVÉ ZRÁŽKY

Podľa slovenskej normy STN 73 0035:1986, ktorá bola platná v čase výstavby elektrárne, je pôvodná projektová snehová záťaž pre elektrárne je $0,7 \text{ kN/m}^2$.

Podľa aktuálnej slovenskej normy (STN EN 1991-1-3) prehodnotenie projektovej snehovej záťaže (ktorá opäť zodpovedá návratovej perióde 100 rokov) viedlo k hodnote $1,17 \text{ kN/m}^2$.

V rámci revízie úvodného projektu sa všetky stavebné objekty seizmickej kategórie 1 a 2 preverili na snehovú záťaž $1,4 \text{ kN/m}^2$.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11
		Strana Sheet 35 z of 72

Takým spôsobom možno vyhodnotiť rezervy elektrárne pre nadprojektovú snehovú záťaž ako dvojnásobok pôvodnej projektovej hodnoty a 1,2-násobok projektovej hodnoty vypočítanej podľa normy, ktorá je v súčasnosti v platnosti. Výsledky sú zhrnuté v tabuľke 4.5:

Pôvodná projektová snehová záťaž	0,7 kN/m ²
Nová projektová snehová záťaž podľa STN EN 1991-1-3	1,17 kN/m ²
Snehová záťaž použitá na overovaciu analýzu CBO stavebných objektov	1,4 kN/m ²

Tabuľka 4.5: Rezervy pre nadprojektové snehové záťaže

4.2.2 POTENCIÁLNA NUTNOSŤ ZODOLNENIA ELEKTRÁRNE VOČI EXTRÉMNYM POVETERNOSTNÝM PODMIENKAM

Podľa výsledkov uvedených v predchádzajúcom oddiele je odolnosť JE MO 34 oproti podmienkam počasia zabezpečená s významnou bezpečnostnou rezervou..

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 36 z 72 Sheet of

5 STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A STRATA MEDZNÉHO TEPELNÉHO ODVODU

5.1 JADROVÉ ENERGETICKÉ REAKTORY

5.1.1 STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA

5.1.1.1 STRATA EXTERNÉHO NAPÁJANIA, PROJEKTOVÉ OPATRENIA A AUTONÓMNOSŤ ELEKTRÁRNE

Scenár LOOP (straty externého napájania) sa vzal do úvahy v projekte MO34 a je klasifikovaný ako projektový prechodový stav (DBT).

Strata externého napájania znamená neschopnosť zabezpečiť vonkajšie napájanie bloku z externej elektrickej siete.

Pre následné analýzy boli identifikované tri hlavné skupiny prevádzkových podmienok elektrárne:

1. Stavy plného výkonu (od plného výkonu do horúceho odstavenia)
2. Odstavenie so zavretým reaktorom (teplé a studené odstavenie so zavretým reaktorom)
3. Stavy s otvoreným reaktorom

5.1.1.1.1 LOOP pri plnom výkone

V dôsledku výpadku neklasifikovaných 6 kV zberníc sa spustí automatické odstavenie reaktora a odstavia sa oba TG.

Všetky tri diesel generátory (pre jeden blok) nabehnú a pripoja sa k 6 kV zberniciam havarijného elektrického napájania. Keď sa začne napájanie zberníc diesel generátormi, systém sekvencie zaťažovania opätovne pripojí spotrebiče k ich príslušným zberniciam. Havarijné diesel generátory sú projektované ako 3 x 100 % redundantné a s palivovou nádržou, ktorá zabezpečí autonómnosť na 10 dní prevádzky.

Dôjde k automatickej aktivácii pomocného systému napájacej vody (a v prípade potreby systému havarijnej napájacej vody) z dôvodu nízkej hladiny v parogenerátore (obidva systémy sú napájané z DG).

5.1.1.1.2 LOOP pri stavoch odstavenia z prevádzky

Keď nastane spúšťacia udalosť, reaktor sa odstavuje z prevádzky a turbogenerátory sú už odstavené.

Za stratou všetkého AC napájania nasleduje automatický nábeh signálu pre havarijné (záložné) diesel generátory.

Všetky dostupné diesel generátory nabehnú a pripoja sa k 6 kV zberniciam havarijného elektrického napájania (podľa predbežných Limitov a podmienok, v určených prevádzkových stavoch odstavenia elektrárne je jeden DG v údržbe). Keď dôjde k napájaniu zberníc diesel

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 37 z 72 Sheet of

generátormi, systém sekvencie zaťažovania opätovne pripojí spotrebiče k ich príslušným zberniciam. Havarijné diesel generátory sú projektované ako 3 x 100 % redundantné a s palivovou nádržou, ktorá zabezpečí autonómnosť na 10 dní prevádzky.

V elektrárnach VVER odvádzajú parogenerátory rozpadové teplo vo všetkých stavoch odstavenia. Keď sa sekundárny tlak a teplota znížia, PG sú chladené sekundárnym systémom odvodu zvyškového tepla (OZT), ktorý je napájaný z diesel generátorov.

V prípade straty sekundárneho systému odvodu zvyškového tepla sa počíta so stratami obnovy v danom poradí, aby sa zabezpečil odvod rozpadového tepla: sekundárne stratégie napájania alebo, ak je primárny tlak dostatočne nízky (to je prípad stavov otvorenej nádoby reaktora), nábeh primárneho systému odvodu zvyškového tepla (3 x 100 % redundancia), ktorý je napájaný energiou z havarijných (záložných) diesel generátorov

5.1.1.2 STRATA EXTERNÉHO NAPÁJANIA A STRATA BEŽNÉHO ZÁLOŽNÉHO ZDROJA

V prípade straty všetkých záložných zdrojov AC napájania (havarijných diesel generátorov), napájanie pre spotrebiče jednosmerného (DC) prúdu zabezpečia batérie.

Okrem toho, ako je to vo väčšine moderných projektov JE, projekt MO34 počíta s prídavným diesel generátorom, spoločným pre oba bloky, ktorý je fyzicky oddelený od ostatných generátorov a je určený na riešenie scenárov ťažkých havárií, v ktorých je postulovaná strata AC napájania.

Prídavný spoločný DG je určený na napájanie spotrebičov, ktoré zmierňujú následky ťažkej havárie. Takýto DG má výkon 2,9 MVA a preň určenú palivovú nádrž, ktorá zabezpečí 72-hodinovú autonómnosť.

Keďže je však prídavný spoločný diesel generátor určený pre ťažkú haváriu a s jeho použitím sa nepočíta pred začatím uplatňovania Návodov na riešenie ťažkých havárií (SAMG), použitie takého diesel generátora nie je stanovené ako preventívne opatrenie v prípade straty všetkých záložných zdrojov AC v podmienkach plného výkonu, a teda sa ďalej tuná nebral do úvahy.

Preto jediným scenárom úplného výpadku elektrárne(SBO), ktorý sa bude posudzovať v tejto kapitole Správy o záťažových skúškach, je úplná strata napájania bez toho, aby sa bral do úvahy iný dostupný záložný zdroj.

5.1.1.3 STRATA VŠETKÝCH ZDROJOV AC NAPÁJANIA: ÚPLNÝ VÝPADOK ELEKTRÁRNE (SBO)

Scenár úplného výpadku elektrárne je mienený ako súčasný výskyt LOOP a straty bežného záložného zdroja (čo v prípade MO34 znamená stratu všetkých troch havarijných diesel generátorov pre jeden blok). V projekte MO34 sa takýto scenár berie do úvahy a hodnotí sa ako nadprojektová havária (BDBA).

Podľa požiadaviek ENSREG je v tomto prípade k dispozícii iný záložný zdroj, čo treba brať do úvahy pri analýzach. V projekte MO34 je iným záložným zdrojom ďalší diesel generátor určený na riadenie ťažkých havárií, ktorý sa však ďalej neposudzuje v nasledujúcich analýzach (ako je vysvetlené v oddiele 5.1.1.2): takto sú teda DC akumulátorové batérie jednosmerného prúdu jediným dostupným zdrojom elektrickej energie.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 38 z 72 Sheet of

V projekte MO34 sú DC batérie zoskupené do troch redundantných a úplne nezávislých redundancií a čas vybitia pri projektovej záťaži sú dve hodiny. Táto projektová hodnota kapacity sa však získala pri veľmi konzervatívnych rezervách: SE odhaduje, že tieto rezervy môžu v spojení s programom úspory energie určeným pre SBO predĺžiť autonómnosť batérie až na 7-8 hodín. Tento vychádza zo súčasných prevádzkových skúseností EBO34, kde nedávno vykonané skúšky preukázali, že sa môžu dosiahnuť dokonca aj vyššie rezervy.

Vzhľadom na skutočnosť, že jednou z požiadaviek ENSREG je, aby sa posúdili všetky prevádzkové stavy, určili sa tri hlavné skupiny prevádzkových podmienok elektrárne:

1. Z plného výkonu do horúceho odstavenia z prevádzky,
2. Teplé a studené odstavenie z prevádzky so zavretou nádobou reaktora,
3. Stavy s otvorenou nádobou reaktora.

Pre každý z týchto troch stavov elektrárne bola vykonaná analýza scenára SBO.

Kedže postulovaný scenár sa zaoberá hlavne možnými problémami so zabezpečením primeraného chladenia aktívnej zóny, boli vykonané analýzy s najnepriaznivejšími podmienkami z tohto pohľadu:

1. Plný výkon: maximálny výkon pri spúšťacej udalosti;
2. Odstavenie so zavretou nádobou reaktora: studené odstavenie, parogenerátor v režime voda/voda (teplo sa nedá odvádzať otvorením prepúšťacej stanice PG do atmosféry na začiatku prechodového stavu);
3. Stavy s otvoreným reaktorom (analyzovaných je niekoľko scenárov).

5.1.1.3.1 Opatrenia na riešenie SBO pri plnom výkone

V prípade úplného výpadku elektrárne predpokladajú havarijné prevádzkové postupy (HPP) MO34 využitie mobilného zdroja (špeciálna požiarnická cisterna s prenosným vysokotlakovým čerpadlom) na napájanie PG z mobilných zdrojov pripojených k potrubiam systému havarijnej napájacej cez špeciálne na to určené hadice mimo reaktorovej budovy. Avšak za predpokladu progresívneho „spotrebovávania“ jednotlivých úrovni hĺbkovej obrany, a teda postulovania ďalších porúch nezávislých od spúšťacej udalosti, dá sa sformulovať niekoľko scenárov ak je neúspešné napájanie PG z mobilných zdrojov (poradie zodpovedá aktuálnej stratégii odozvy elektrárne na SBO):

1. Samospádové vyprázdnenie napájacej nádrže: v prípade nedostupnosti zásobovania PG vodou z požiarnickej cisterny sa sekundárny tlak zníži otvorením prepúšťacej stanice do atmosféry, aby sa umožnilo samospádové napájanie parogenerátorov z nádrží napájacej vody.
2. Stratégie odtlakovania primárneho okruhu: ak nie je možné zaistiť odvod tepla parogenerátormi (t.j., parogenerátory sú suché), stratégia na oddialenie poškodenia aktívnej zóny spočíva v odtlakovaní primárneho okruhu pomocou elektricky ovládaného odľahčovacieho ventilu kompenzátoru objemu.
3. Nezmierňovaný SBO: tento scenár nepredpokladá žiaden zásah operátora počas celého prechodového stavu. Tento scenár je možné považovať za najhorší, tzn. nastane SBO a nie je zmiernený žiadnymi opatreniami.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 39 z 72 Sheet of

Ďalej sa uvádza aktuálna odozva MO34 na SBO.

Po udalosti SBO spôsobí strata hlavných cirkulačných čerpadiel havarijné odstavenie reaktora.

Po havarijnom odstavení reaktora sa zvyškové teplo prenáša do primárneho chladiwa a následne prirodzenou cirkuláciou do parogenerátorov. To spôsobí nárast tlaku v sekundárnom okruhu až do momentu, kým sa otvorí poistný ventil PG.

Operátor, po tom, čo sa neúspešne pokúšal obnoviť zásobovanie elektrickou energiou, pripraví parogenerátor na napájanie z mobilného zdroja (požiarnická cisterna).

Pre dostupnosť tohto opatrenia nie sú potrebné žiadne externé zásahy. Všetky potrebné zariadenia a personál pre túto stratégiu sú permanentne v elektrárni: plnenie požiarnických cisterien je možné z nádrží havarijnej napájacej vody, ktoré obsahujú viac ako 2 000 m³ demineralizovanej vody. Táto zásoba vody môže zabezpečiť dlhodobý odvod rozpadového tepla cez sekundárne odparovanie v prípade, že udalosť má dopad na jeden blok (v areáli sú okrem toho k dispozícii aj iné rezervy vody: systém bazénov TVD, TVD pod chladiacimi vežami má zásobu vody približne 5 000 m³, kým systém bazénov cirkulačnej vody pod chladiacimi vežami s prirodzený, ťahom – spolu s okruhom potrubí technickej vody nedôležitej - obsahuje približne 62 000 m³).

Preto v scenároch, v ktorých sa úspešne použije napájanie PG z mobilných zdrojov vody, sa poškodenie aktívnej zóny nevyskytuje.

Ak nie je k dispozícii vstrekovanie do PG, záložnou stratégiou, s ktorou sa počíta v HPP, je napájanie PG cez samospádové vyprázdnenie z dvoch nádrží napájacej vody. V tomto prípade:

- Rozpadové teplo sa zo začiatku odstraňuje trvalým vyparovaním chladiwa zo sekundárnej strany parogenerátorov;
- Neočakáva sa žiadna strata primárneho chladiwa následkom poškodenia upchávok hlavných cirkulačných čerpadiel, keďže skúšky vykonané v minulosti pre upchávky hlavných cirkulačných čerpadiel v elektrárňach VVER 440 preukázali, že tesnosť spoja je zaistená;
- Po vyčerpaní zásoby vody v parogenerátoroch operátor odtlačuje PG otvorením prepúšťacej stanice do atmosféry (PSA), ktorá je ovládateľná, pretože je napájaná DC batériami (v každom prípade môže operátor vykonať lokálne odtlakovanie PG v prípade poruchy SKR PSA alebo straty DC napájania). V takomto prípade sa PG odtlakuje na tlak v nádržiach napájacej vody alebo na nižší, aby tlak v nádržiach napájacej vody umožnil samospádový odtok ďalších 300 m³ chladiwa z dvoch nádrží napájacej vody do všetkých PG (nie je potrebné žiadne ovládanie čerpadiel napájacej vody);
- Keď sú PG suché a ak je k dispozícii EOOV kompenzátora objemu (to je spojené s dostupnosťou DC napájania), dá sa použiť stratégia primárneho odtlakovania, aby sa uvoľnila energia a umožnila vypustenie hydroakumulátora (160 m³ studenej bórovanej vody pri 3,5 MPa). Toto pasívne havarijné vstrekovanie zabezpečí dodatočnú zásobu vody do primárneho okruhu;
- Po vyčerpaní hydroakumulátorov a za predpokladu, že žiadne nápravné opatrenia na obnovenie AC napájania nie sú úspešné, odvod tepla sa vykoná prostredníctvom vyparovania primárneho chladiwa, čo nakoniec vedie k odkrytiu a poškodeniu aktívnej zóny.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana Sheet 40 z 72 of

Úspešnosťou vyššie opísaných stratégií sa môže značne oddialiť poškodenie aktívnej zóny v tejto nadprojektovej havárii bez akejkoľvek externej podpory

5.1.1.3.2 Opatrenia na riešenie SBO v stavoch odstavenia z prevádzky

V správe o záťažových skúškach sa vzal do úvahy aj prípad SBO, ktorý nastane počas stavov odstavenia elektrárne z prevádzky so zatvorenou aj otvorenou nádobou reaktora.

Úplná strata 6 kV zberníc s bezpečnostnou klasifikáciou spôsobí úplnú stratu chladiacej funkcie, pretože parogenerátory nie sú na sekundárnej strane napájané.

Pre stav odstavenia so zatvoreným reaktorom boli vykonané analýzy v prevádzkovom režime 5, kedy sa odvod tepla z PG vykonáva v režime voda – voda a sekundárne chladenie sa vykonáva systémom odvodu zvyškového tepla.

V tomto prípade sa odvod rozpadového tepla realizuje prirodzenou cirkuláciou a odparovaním v primárnom okruhu.

Nasledujúce tri rozličné iniciačné podmienky boli identifikované ako najreprezentatívnejšie (s odvolaním sa na PBS MO34):

1. 6 pracujúcich slučiek v prirodzenej cirkulácii a odvod tepla 36 hodín po odstavení z prevádzky;
2. 2 pracujúce slučky v prirodzenej cirkulácii a odvod tepla 42 hodín po odstavení z prevádzky;
3. 6 pracujúcich slučiek so 4 pracujúcimi hlavnými cirkulačnými čerpadlami a zvyškovým teplom 16 hodín po odstavení z prevádzky (HČČ odstavil operátor po znížení hladiny PG o 400 mm).

Pre všetky tieto scenáre bol odhadnutý čas do poškodenia aktívnej zóny ako významne dlhší ako 24 hodín.

Pre stav odstavenia s otvorenou nádobou reaktora boli vykonané analýzy pre rôzne počiatkové podmienky spojené s rôznymi výškami vodného stĺpca nad aktívnou zónou v bazéne výmeny paliva a aj pre konfiguráciu, v ktorej sú spojené CHSR a bazén vyhoretého paliva (strata chladiacej funkcie aktívnej zóny a bazéna vyhoretého paliva (BVP)).

Pri hypotéze žiadneho zásahu operátora závisí čas dosiahnutia poškodenia aktívnej zóny od výšky vodného stĺpca nad aktívnou zónou (čo závisí od objemu vody, ktorá sa musí odpariť pred odkrytím aktívnej zóny), a teda závisí od konfigurácie elektrárne, pričom sa predíži približne až do 2 dní.

Aj v tomto prípade HPP predpokladajú niekoľko preventívnych stratégií, ktoré môžu oddialiť čas poškodenia aktívnej zóny o niekoľko desiatok hodín:

- vstrekovanie požiarnej vody cez vetvy systému havarijnej napájacej vody, mimo budovy reaktora, na napájanie PG (t.j. rovnaká stratégia, ako sa prijala pri SBO pri plnom výkone);
- doplňovanie vody do primárneho okruhu pomocou niekoľkých dostupných zdrojov:
 - samospádové vypúšťanie žlabov barbotážnej veže;;
 - vypúšťanie hydroakumulátora v primárnom okruhu;

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 41 z 72 Sheet of

- nízkotlakové havarijné vstrekovanie napájané diesel generátorom určeným pre ťažké havárie a nádržami pre ťažké havárie.

5.1.2 OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZODOLNENIE ELEKTRÁRNE V PRÍPADE STRATY ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA

Podľa predchádzajúcich analýz je možné počítať s doplňujúcimi opatreniami na zodolnenie elektrárne (pri plnom výkone aj v stavoch odstavenia z prevádzky), a to takto:

- vyhodnotenie zaradenia prídavného DG do projektu MO34 (seizmicky kvalifikovaného, chladeného vzduchom, aby bol nezávislý od systému havarijnej napájacej vody a fyzicky oddelený od diesel generátorov) minimálne na tieto účely:
 - nabitie zdrojov napájania DC, pričom sa predĺži ich autonómnosť na viac ako 24 hodín;
 - zabezpečenie napájania pre čerpadlá havarijnej napájacej vody pre dlhodobé dopĺňanie (vstrekovanie) demineralizovanej vody minimálne do dvoch PG;
 - zabezpečenie bórovej koncentrácie v primárnom okruhu pre odstavenie.
- vypracovanie administratívnych opatrení, aby sa optimalizovalo využitie zdrojov jednosmerného prúdu – napr. realistickej analýzy kapacity a trvácnosti batérie pri scenároch SBO, definovanie postupov núdzového odpojenia neprioritných obvodov, aby sa maximálne predĺžil čas vybitia, atd.;
- prijatie doplňujúcich opatrení pre zariadenia a postupy, aby sa umožnilo súčasné dopĺňanie vody do PG cez prenosné zdroje vo všetkých blokoch v areáli;

S takýmito opatreniami je elektráreň schopná vydržať všetky podmienky SBO bez externej podpory na čas, ktorý je obmedzený len autonómnosťou paliva vyššie uvedeného prídavného DG.

5.1.3 STRATA KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU

Konečným tepelným odvodom JE MO34 je okolitý vzduch.

Kondenzátor a všetky spotrebiče, ktoré nie sú bezpečnostne klasifikované, sú chladené systémom technickej vody nedôležitej, ktorá je vybavená štyrmi chladiacimi vežami s prirodzeným ťahom (dve na každý blok).

Teplo z bezpečnostne dôležitých systémov sa odvádza systémom technickej vody dôležitej, ktorý sa chladí chladiacimi vežami s mechanickým ťahom a odvádza sa na konečný tepelný odvod.

Systém technickej vody dôležitej (TVD) je bezpečnostne dôležitý systém seizmickej triedy 1.

Je potrebné vziať do úvahy aj to, že v MO34 v prípade seizmickej udalosti nie je žiadna potenciálna interakcia medzi chladiacimi vežami technickej vody nedôležitej (seizmická trieda 2) a seizmicky klasifikovaným systémom technickej vody dôležitej.

Bezpečnostná funkcia TVD pozostáva z chladenia bezpečnostne dôležitých systémov, ktoré sú potrebné, priamo alebo nepriamo, na plnenie troch základných bezpečnostných funkcií:

- regulácia reaktivity,
- odvod rozpadového tepla,

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 42 z 72 Sheet of

- integrita bariér proti rádioaktívnym únikom.

Hlavné bezpečnostné systémy, ktoré sú chladené systémom TDV, sú:

- havarijné diesel generátory,
- systém havarijného dochladzovania AZ (vysoko- a nízko-tlakový);
- systém odvádzania tepla z kontejnmentu (sprchy),
- chladenie bazéna vyhoreteho paliva,
- ohrev, ventilácia a vzduchotechnika (HVAC), najmä:
 - miestnosti, v ktorých sú umiestnené bezpečnostne dôležité zariadenia,
 - recirkulačný systém vzduchu v kontejnmente,
- systém doplňovacej vody reaktora,
- hlavné cirkulačné čerpadlá
- havarijné napájacie čerpadlá (HNČ)
- systémy odvodu zvyškového tepla (RHR):
 - RHR sekundárnej strany (seizmicky neklasifikované)
 - RHR primárnej strany (seizmicky klasifikované)

Preto strata systému technickej vody dôležitej implikuje stratu všetkých týchto bezpečnostne dôležitých systémov.

5.1.3.1 PROJEKTOVÉ OPATRENIA NA ZABRÁNENIE STRATY KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU

Systém technickej vody dôležitej je spoločný pre 3. a 4. blok. Pozostáva z troch nezávislých podsystémov: každý podsystém je vybavený šiestimi čerpadlami.

Ohriata technická voda dôležitá z dvoch blokov sa chladí v troch skupinách chladiacich veží s umelým ťahom (z ktorých každá má štyri komory chladiacej veže).

Vychladená technická voda dôležitá sa zbiera do bazéna umiestneného pod chladiacimi vežami s umelým ťahom, a potom prechádza do sacích kanálov čerpacej stanice cez tri potrubia. Tieto potrubia vedú do sacích kanálov jednotlivých podsystémov. Z každého zo sacích kanálov tečie voda do šiestich samostatných sacích zásobníkov.

Chladiaci okruh technickej vody je uzavretý a straty sa dopĺňajú dekarbonizovanou vodou.

5.1.3.1.1 Elektrické napájanie

Aby systém technickej vody dôležitej fungoval a plnil svoje bezpečnostné funkcie, potrebuje napájanie.

Tento systém je možné napájať:

- pripojením na externú sieť (400 kV vedenie a 110 kV rezervné vedenie),
- turbogenerátormi (v režime vlastnej spotreby),
- zdrojmi napájania kategórie II (havarijné diesel generátory).

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana Sheet 43 z of 72

V prípade úplného výpadku elektrárne (strata externého napájania + strata havarijných diesel generátorov) nie je systém technickej vody dôležitej napájaný zo žiadneho zdroja elektrickej energie, a teda nie je v pohotovosti.

5.1.3.1.2 Zásobovanie vodou a autonómnosť

Systém prenáša teplo z bezpečnostne dôležitých systémov na konečný tepelný odvod prostredníctvom vyparovania vody v chladiacich vežiach s mechanickým ťahom.

Preto za normálnej prevádzky sa straty z vyparovania, odluhovania a usadzovania, ktoré súvisia s prevádzkou chladiacich veží, kompenzujú doplnovacím hmotnostným prietokom z dekarbonizačnej stanice v systéme chemickej úpravy vody, ktorá čerpá čerstvú vodu z rieky Hron.

Potrúbie, ktoré spája rieku Hron so systémom chemickej úpravy vody a spojenie medzi týmto zariadením a bazénmi systému technickej vody dôležitej nie sú bezpečnostne klasifikované.

Z tohto dôvodu je elektrárňa vybavená zásobníkmi vody, aby mohla zvládnuť stratu externej dodávky vody, a to takto:

- Každá redundancia technickej vody dôležitej má bezpečnostne klasifikovanú vodnú nádrž (približne 1650 m³ v každej redundancii technickej vody dôležitej, ktorá nadobudne objem 1390 m³, ak vezmeme do úvahy straty vody z priebežného odluhovania seizmicky nekvalifikovanej technickej vody dôležitej), čo je dostatočné na chladenie všetkých bezpečnostne dôležitých systémov systému technickej vody dôležitej bez akéhokoľvek doplnovania počas niekoľkých desiatok hodín (až do 72 hodín prevádzky, v závislosti od konfigurácie elektrárne). Na použitie tohto vodného zdroja nie je potrebný žiaden zásah mimo blokovej dozorne.
- 6 nádrží systému havarijnej napájacej vody, každá s objemom cca 800 m³ (3x800 m³ na jeden blok), ktoré sú určené na realizáciu sekundárneho napájania PG.
- Okrem toho, zásoby bezpečnostne neklasifikovanej vody v cirkulačnom systéme chladiacej vody sú dostatočné na niekoľko dní prevádzky systému technickej vody dôležitej od spúšťacej udalosti (takéto nádrže nie sú seizmicky klasifikované).

Zrealizoval sa špeciálny postup za účelom zabezpečenia dlhodobého zásobovania vodou pre systém technickej vody dôležitej za použitia lokálnych zásob vody a prenosných zdrojov vody, ak dôjde k strate doplnovania z chemickej úpravy vody.

Uvažovalo sa s týmito zariadeniami ako pohotovostným dopĺňovaním vody do systému technickej vody dôležitej z lokálnych použiteľných zásob:

- tri mobilné čerpacie agregáty so spaľovacím motorom, každý s nominálnym prietokovým množstvom približne 30 m³/h s takou tlakovou výškou, aby bolo možné čerpať minimálne 90 m³/h z najvzdialenejšieho miesta medzi nádržou technickej vody dôležitej a nádržou chladiacej veže s prirodzeným ťahom;
- prenosné hadice uskladnené v seizmicky odolnej budove, ktoré sa inštalujú len v prípade potreby, na dopĺňovanie vody priamo do bazénov chladiacich veží s umelým ťahom;

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 44 z 72 Sheet of

- vypúšťacie rozvodné potrubie na reguláciu toku a pre filtračné zariadenie, ktoré sa má nainštalovať na saciu rúrku čerpadla.

Uprednostňuje sa doplňovanie systému technickej vody dôležitej prenosným čerpadlom z neseizmických zásob vody v priestoroch elektrárne a s využitím vodnej zásoby z nádrží systému havarijnej napájacej vody na napájanie TVD sa uvažuje len ako so záložným riešením.

Ďalej uvedené zásoby vody v seizmicky neodolných nádržiach sú dostupné v elektrárni pre pohotovostné doplňovanie vody do systému technickej vody dôležitej:

- nádrže cirkulačnej chladiacej vody chladiacich veží s prirodzeným ťahom,
- sacia konštrukcia čerpacej stanice cirkulačnej chladiacej vody,
- prívodné potrubia cirkulačnej chladiacej vody z čerpacej stanice do hlavných kondenzátorov,
- spätné potrubia cirkulačnej chladiacej vody z hlavných kondenzátorov do čerpacej stanice

Ak doplňovanie systému technickej vody dôležitej prenosným čerpadlom z neseizmických zásob vody v priestoroch elektrárne nie je prevádzkyschopné, systém technickej vody dôležitej sa môže do 5 dní doplňovať z cisterien z dosiahnuteľného zdroja v blízkosti elektrárne. Vzdialenosť elektrárne od priehrady Veľké Kozmálovce je približne 11 km. Čas dodávky jednou cisternou sa odhaduje na 30 min.

5.1.3.2 STRATA PRIMÁRNEHO KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU

Elektrárňou počíta s jedným konečným tepelným odvodom (okolitý vzduch) a nie je vybavená alternatívnym konečným tepelným odvodom.

Identifikovali sa tri hlavné skupiny prevádzkových podmienok elektrárne:

- Stavy pri plnom výkone (od plného výkonu do horúceho odstavenia)
- Odstavenie so zavretým reaktorom (teplé a studené odstavenie so zavretým reaktorom)
- Stavy s otvoreným reaktorom

Pre každú z týchto skupín stavov elektrárne sa urobil opis scenára.

Je potrebné vziať do úvahy, že strata všetkých troch redundancií systému technickej vody dôležitej nie je projektová havária.

V nasledujúcom odseku sa externé napájanie považovalo za dostupné.

5.1.3.2.1 Dostupnosť náhradného odvodu rozpadového tepla

Strata všetkých redundancií systému technickej vody dôležitej implikuje stratu spojenia s konečným tepelným odvodom.

V takom prípade je funkcia odvodu tepla z reaktora zabezpečená sekundárnou stranou parogenerátorov: elektrárňou je v skutočnosti schopná chladiť primárny okruh sekundárnym odparovaním.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 45 z 72 Sheet of

Úspešnosť tejto stratégie závisí od schopnosti vypúšťať paru z PG a zabezpečiť napájanie PG, aby sa kompenzovala strata sekundárnej vody.

Vypúšťanie pary PG sa uskutočňuje odľahčovacími ventilmi do kondenzátora (RV-C), ak je dostupná technická voda nedôležitá a externé napájanie, alebo prepúšťacou stanicou do atmosféry (RV-A) (napájanou batériami jednosmerného prúdu) v prípade nedostupnosti technickej vody nedôležitej a externého napájania.

Voda v PG sa dopĺňa systémom havarijnej napájacej vody, ktorý je **úplne nezávislý od konečného tepelného odvodu**, a preto zostáva v pohotovosti v posudzovaných scenároch: takéto opatrenie má niekoľkodňovú autonómnosť na jeden blok (najmenej tri dni napájania PG).

Kedže v prípade straty všetkých redundancií systému technickej vody dôležitej dôjde aj k strate havarijných (záložných) diesel generátorov, dostupnosť systému technickej vody dôležitej závisí od externého napájania.

Kedže vo všetkých prípadoch (plný výkon – odstavenie z prevádzky) stratégia spočíva v napájaní PG, aby sa odvádzalo rozpadové teplo, ďalej sa posudzuje prípad plného výkonu ako všeobsiahly scenár (je potrebné odvieť vyššie rozpadové teplo) vo vzťahu k horúcemu odstaveniu a ku všetkým stavom, keď sú PG v režime para – voda.

V prípade LUHS pri plnom výkone, hlavné cirkulačné čerpadlo (HCČ) a pohony regulačných tyčí stratia svoju chladiacu funkciu (v dôsledku straty systému TVD), a preto sa začnú prehrievať.

Teplota oleja doplnovacích čerpadiel a HCČ sa zvyšuje a keď dosiahne 80°C, tieto systémy sa odstavajú: po odstavení HCČ sa spustí signál systému odstavenia reaktora (RTS) „Strata napájania 4 alebo viacerých HCČ“ (príkon < 600 kW).

Strata systému TVD a následná strata prechodového chladenia HCČ vedie k prehriatiu labyrintovej upchávky, ale ich funkcia je zaistená na niekoľko desiatok hodín.

Po RTS operátor zavedie vhodný havarijný prevádzkový postup, aby stabilizoval blok a odstavil všetky nepotrebné systémy. Tlak primárneho systému je zachovaný ohrievákmi PRZ.

Rozpadové teplo odvedú PG, ktoré sa môžu napájať hlavným cirkulačným čerpadlom, a para sa vypustí cez odľahčovací ventil do kondenzátora (RV-C), ktorý zostane v pohotovosti v prípade dostupnosti externého napájania a technickej vody nedôležitej.

Napájanie parogenerátora sa musí obnoviť, aby sa zachovalo odvádzanie rozpadového tepla z primárneho okruhu: napájacia voda je zabezpečená čerpadlami systému havarijnej napájacej vody, ktoré sú samochladené a nezávislé od systému technickej vody dôležitej.

V tomto scenári je systém napájaný externou energiou. Otvorením odľahčovacieho ventilu (RV-A alebo RV-C) môžu PG riadne odvádzajúť rozpadové teplo pomocou sekundárneho odparovania.

Toto opatrenie má niekoľkodňovú autonómnosť bez akéhokoľvek externého zásahu.

5.1.3.2.2 Možné časové obmedzenia pre pohotovosť systému havarijnej napájacej vody

Čas, ktorý je potrebný na aktivovanie systému havarijnej napájacej vody, je krátky, pretože na zabezpečenie jeho pohotovosti sa nepočíta so žiadnym externým zásahom.

Napájanie PG cez systém TVD sa realizuje manuálne, keď je hladina PG nízka.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana z Sheet of 46 72

V prípade oneskorenia uvedenia do chodu systému TVD pri plnom výkone je parogenerátor sebestačný s vodou približne 5-6 hodín, kým nastane sekundárne vysušenie, čo sa môže predĺžiť približne až na 20 hodín v prípade samospádových nádrží napájacej vody (stratégia je opísaná v oddiele 5.1.1).

V tomto scenári sa obnovenie systému havarijnej napájacej vody stane neúčinným za 6 hodín v prípade, ak nie sú k dispozícii samospádové nádrže napájacej vody, a cca za 20 hodín, ak sú k dispozícii samospádové nádrže napájacej vody.

Obnovenie systému TVD, a tým aj primárneho tepelného odvodu, vedie k obnoveniu všetkých spotrebičov systému TVD a zabezpečeniu stabilného odvodu rozpadového tepla a k zabráneniu ťažkej havárii, ak nastane skôr, ako sa poškodí palivo.

5.1.3.3 STRATA PRIMÁRNEHO KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU A STRATA SYSTÉMU HAVARIJNEJ NAPÁJACEJ VODY

V tomto scenári sa uvažuje so stratou všetkých redundancií systému TVD. V takom prípade sa všetky spotrebiče systému TVD považujú za nedostupné.

Okrem toho bola postulovaná súčasná strata systému havarijnej napájacej vody.

Identifikovali sa tri hlavné skupiny prevádzkových podmienok elektrárne:

1. Stavy pri plnom výkone (od plného výkonu do horúceho odstavenia)
2. Odstavenie so zavretým reaktorom (teplé a studené odstavenie so zavretým reaktorom)
3. Stavy s otvoreným reaktorom

Pre každú z týchto skupín stavov elektrárne sa urobil opis scenára.

5.1.3.3.1 Predpokladané externé zásahy na zabránenie degradácii paliva

Elektrárňou je schopná zvládnuť súčasnú stratu systému technickej vody dôležitej a systému technickej vody nedôležitej bez akejkoľvek dlhodobej externej podpory, ak je dostupný mobilný zdroj vody (špeciálne určená požiarická cisterna), ktorý je schopný napájať PG z určených hadíc pripojených k potrubiam systému technickej vody dôležitej, mimo budovy reaktora.

Ak je tento zásah úspešný, rozpadové teplo sa môže stabilne odvádzať počas niekoľkých desiatok hodín bez akejkoľvek externej podpory (ak je udalosťou postihnutý len jeden blok, odvádzanie rozpadového tepla za zabezpečí na 5 dní prostredníctvom dopĺňovania (vstrekovania) nádrží demineralizovanej TVD).

Efektívnosť tohto opatrenia môžu spochybniť tieto body:

- v súčasnosti sa v tomto postupe uvažuje len s jedným blokom postihnutým udalosťou, preto sú potrebné dopĺňujúce opatrenia, aby bolo možné riešiť udalosť, ktorá nastala súčasne v oboch blokoch;
- veľká deštrukcia v areáli by mohla zabrániť v prístupe požiarickej cisterny k prípojke na napájanie PG.

5.1.3.3.2 Dostupný čas na obnovenie tepelného odvodu

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 47 z 72 Sheet of

Odhad času, ktorý je potrebný na použitie lokálneho mobilného zdroja vody (špeciálne určená požiarická cisterna), je približne 30 minút.

V prípade oneskorenia spustenia tejto stratégie, je parogenerátor sebestačný s vodou približne 5-6 hodín, kým nastane sekundárne vysušenie, čo sa môže predĺžiť približne až na 20 hodín v prípade samospádových nádrží napájacej vody (táto stratégia je podrobne opísaná v oddiele 5.1.1).

V tomto scenári sa obnovenie systému havarijnej napájacej vody alebo mobilného zdroja napájacej vody stane neúčinným za 6 hodín v prípade, ak nie sú k dispozícii samospádové nádrže napájacej vody, a cca za 20 hodín, ak sú k dispozícii samospádové nádrže napájacej vody (ako je opísané v oddiele 5.1.1).

Obnovenie systému TVD, a tým aj primárneho tepelného odvodu, vedie k obnoveniu všetkých spotrebičov systému TVD a zabezpečeniu stabilného odvodu rozpadového tepla a k zabráneniu ťažkej havárii, ak nastane skôr, ako sa poškodí palivo.

5.1.3.4 KOMBINÁCIA LUHS A LOOP

V tomto scenári nie je dostupné externé napájanie: keďže havarijné diesel generátory sú chladené systémom havarijnej napájacej vody, pri strate systému havarijnej napájacej vody sa DG stanú nepoužiteľnými.

Preto v prípade straty konečného tepelného odvodu v spojení so stratou externého napájania musí elektrárň zvládnuť úplný výpadok elektrárne, čo sa vzalo do úvahy v oddiele 5.1.1.

5.1.3.5 KOMBINÁCIA LUHS A SBO

Pozri oddiel 5.1.3.4

5.1.4 OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZODOLNENIE ELEKTRÁRNE V PRÍPADE LUHS

Opatrenia, s ktorými sa počíta v oddiele 5.1.2 pre scenár SBO, je možné uplatniť aj pri riešení LUHS spolu so závermi o zodolnení elektrárne, ktoré sú tam obsiahnuté.

5.2 BAZÉN VYHORETÉHO PALIVA

V MO34 sa vyhoreté palivo skladuje v bazéne vyhoretého paliva (BVP), ktorý je umiestnený v budove reaktora a ktorý má dva skladovacie rošty: keď je palivo skladované len na dolnom rošte (čo je prípad normálnej prevádzky), hladina vody v bazéne sa udržiava na +14,45 m nad úrovňou podlahy (pričom dno bazénu je približne 7 m nad úrovňou podlahy).

Počas výmeny paliva sa hladina BVP zvýši na +21 m, celkový objem vody v bazéne sa zvýši na 331,5 m³ a BVP je pripojený k CHSR. Za týchto podmienok je vodný stĺpec nad vyhoretým palivom približne 11 m, pričom nad palivom v TNR je približne 14 m.

Teplo zo skladovaných kaziet sa odvádza pomocou troch nezávislých chladiacich okruhov (podrobné údaje sú uvedené v oddiele 1.3.3.1).

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 48 z 72 Sheet of

5.2.1 STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA

Dodávky energie v MO34 a scenáre straty elektrického napájania boli opísané v analýzach, ktoré sa týkali reaktora.

V nasledujúcom odseku sa analyzuje odozva elektrárne, aby sa zabezpečila hlavná bezpečnostná funkcia vyhoreteho paliva v prípade LOOP a SBO.

5.2.1.1 STRATA EXTERNÉHO NAPÁJANIA (LOOP)

Odozva elektrárne na LOOP z hľadiska chladenia bazénu vyhoreteho paliva je plne automatická.

Čerpadlo systému chladenia bazénu vyhoreteho paliva sa zastaví podpäťovou ochranou, ktorá je zabezpečená prostredníctvom ESFAS, a jeho prevádzka sa obnoví v rámci programu zaťažovacej sekvencie po nábehu havarijných diesel generátorov (záložného zdroja energie).

Diesel generátory môžu byť v chode približne 10 dní bez externého zásahu.

5.2.1.2 STRATA EXTERNÉHO A ŠTANDARDNÉHO ZÁLOŽNÉHO ZDROJA NAPÁJANIA

V tomto scenári nie je dostupné externé napájanie, ani jeden z troch DG.

Po spúšťacej udalosti spôsobí strata chladenia bazéna vyhoreteho paliva nárast teploty v bazéne. V tomto prípade je možnou stratégiou odvod tepla odparovaním chladiča bazéna paliva a doplnenie zásoby vody zo zdroja dopĺňovania.

V prípade straty bežných/záložných zdrojov AC použije operátor prídavný spoločný diesel generátor, ktorý je nezávislý od bežných záložných zdrojov, aby zabezpečil napájanie na dopĺňovanie zásoby bórovanej vody do BVP z dopĺňujúcich nádrží bórovanej vody pomocou špeciálne určeného čerpadla (systém JNR). Sebestačnosť paliva spoločného diesel generátora pre ťažké havárie je 72 hodín (aj keď palivová nádrž sa dá dopĺňovať z nádrží havarijných diesel generátorov), pričom dostupná zásoba vody je dostatočná na podstatne dlhší čas, keďže chladenie BVP je zabezpečené vyparovaním približne 3 kg/s vody (na blok), a na tento účel je k dispozícii približne 1000 m³ vody.

5.2.1.3 ÚPLNÝ VÝPADOK ELEKTRÁRNE, PRIČOM JE DOSTUPNÝ ZÁSOBNÍK VODY BARBOTÁŽNEJ VEŽE

V tomto scenári nie sú v pohotovosti žiadne zdroje napájania AC (t.j. vrátane spoločného DG). Súčasná stratégia na oddialenie poškodenia paliva v bazéne vyhoreteho paliva v prípade straty všetkých zdrojov napájania AC spočíva v tom, že sa vypustia žľaby barbotážnej veže do bazéna vyhoreteho paliva.

Týmto opatrením sa môže zabezpečiť veľké množstvo vody (stovky kubických metrov), ktoré nahradí vodu, ktorá sa odparila z bazéna. Priemerná dodávka vody do bazéna vyhoreteho paliva v tomto prevádzkovom režime môže dosiahnuť objemy až niekoľko desiatok metrov kubických za hodinu.

Potrubie, ktoré spája barbotážnu vežu s bazénom vyhoreteho paliva nie je však seizmicky klasifikované a v prípade SBO, ktorý zasiahne bazén vyhoreteho paliva aj reaktor, zásoba vody

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 49 z 72 Sheet of

barbotážnej veže sa môže použiť na prijatie niekoľkých stratégií (t.j. doplňovanie BVP a zaplavenie šachty).

Z tohto dôvodu je úlohou riadenia zásoby vody žľabov barbotážnej veže poverené Centrum technickej podpory, ktoré rozhoduje o prijatí najefektívnejšej stratégie v závislosti od podmienok elektrárne.

Aj v tomto prípade sa poškodenie paliva môže oddialiť o desať hodín.

5.2.1.4 ÚPLNÝ VÝPADOK ELEKTRÁRNE, PRIČOM NIE JE DOSTUPNÝ ZÁSOBNÍK VODY BARBOTÁŽNEJ VEŽE

V tomto scenári sa nepredpokladá žiadne doplňovanie vody do BVP zo žľabov barbotážnej veže. Takáto situácia vážne ohrozuje bezpečnostnú funkciu bazéna paliva, pretože nie je možný prenos tepla na konečný tepelný odvod a neexistuje žiaden spôsob na obnovenie chladiča bazéna paliva, ktoré sa odparuje.

V tomto oddiele sa teda analyzuje skutočná odozva elektrárne na SBO za predpokladu žiadnej obnovy AC a žiadnych zásahov operátora (scenár bez zmierňovania).

Vývoj takých udalostí je odvodený z analýzy straty chladenia bazéna vyhoretého paliva v Predbežnej bezpečnostnej správe MO34.

Keď nastane SBO, palivo je uložené na oboch roštach, počiatočná hladina vody v bazéne je +21,17 m a teplota vody 60°C sa považuje za konzervatívnu hodnotu.

5.2.1.4.1 Dostupný čas na obnovenie napájania AC

Strata chladenia BVP vedie k intenzívnemu prehrievaniu celého objemu bazéna. Kvôli výškovému rozdielu medzi dnom a povrchom bazéna je teplota nasýtenej pary rôzna v závislosti od vyvolaného hydrostatického tlaku, čo má za následok 8°C rozdiel medzi povrchom a dnom. V tomto scenári dôjde k poškodeniu paliva po niekoľkých desiatkach hodín.

5.2.2 OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZODOLNENIE ELEKTRÁRNE V PRÍPADE STRATY ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA

Pozri oddiel 5.2.4.

5.2.3 STRATA KONEČNÉHO TEPELNÉHO ODVODU

V tomto scenári sa uvažuje so stratou všetkých redundancií systému technickej vody dôležitej, pričom je dostupné externé napájanie (v opačnom prípade by nastali v elektrárni podmienky SBO). V tomto prípade nie je v pohotovosti chladiaci systém bazéna vyhoretého paliva.

Jedinou možnou stratégiou na zabezpečenie chladenia vyhoretého paliva je odparovanie vody bazéna vyhoretého paliva: preto je potrebné zaviesť stály prítok vody, aby sa zabránilo poklesu hladiny vody.

Z tohto dôvodu sa operátor po strate chladenia BVP snaží vytvoriť stále dopĺňanie prítoku vody za použitia čerpadla chladiacej vody bazéna vyhoretého paliva (ktoré nemusí byť dostupné kvôli strate chladenia) alebo doplňovania vody skladovanej v nízkotlakových havarijných vstrekových nádržiach cez systém na čistenie bazéna vyhoretého paliva.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 50 z Sheet of 72

Ak ani jedna možnosť nie je k dispozícii, počíta sa s konzultáciou Centra technickej podpory, ktoré má určiť iné možné zdroje dopĺňovania:

- voda skladovaná v žľaboch barbotážnej veže, čo bolo predmetom analýzy v scenári SBO;
- voda skladovaná v systéme JNR, čo sa už analyzovalo v prípade LOOP + strata havarijných diesel generátorov (oddiel 5.2.1.2);
- iné zdroje skladovanej vody:
 - voda uskladnená systéme dopĺňovania a bórovej regulácie;
 - systém odpúšťania chladiča;
 - systém havarijného vysokotlakového vstrekovania.

5.2.4 DOPLŇUJÚCE OPATRENIA NA ZODOLNENIE ELEKTRÁRNE

Vychádzajúc z predchádzajúcich analýz sa dá usúdiť, že pre aktuálnu odozvu elektrárne na LOOP z deterministického hľadiska nie je nutné žiadne dopĺňujúce opatrenie na riešenie spúšťacej udalosti.

Na druhej strane, odolnosť elektrárne voči LUHS a voči SBO sa môže ešte ďalej analyzovať so zameraním sa na tieto aspekty:

- vypracovanie stratégií na optimalizáciu zásobníkov vody systému JNR a barbotážnej veže v scenároch, keď je nutné súčasné vstrekovanie bórovanej vody do TNR a BVP, ako preventívne opatrenie proti taveniu aktívnej zóny;
- vyhodnotenie seizmickej kvalifikácie systému JNR a spoločného diesel generátora na zabezpečenie vstrekovania bórovanej vody do BVP po zemetrasení.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 51 z 72 Sheet of

6 RIADENIE ŤAŽKÝCH HAVÁRIÍ

Definícia „ťažkej havárie“ zahŕňa všetky scenáre potenciálnych havárií s vážnym poškodením aktívnej zóny (t.j. čiastočné/úplné tavenie aktívnej zóny).

Tento typ havárií vo všeobecnosti zahŕňa viacnásobné poruchy/zlyhania zariadení (najmä redundantných bezpečnostných systémov určených na riešenie projektových havárií, aby sa zabránilo ich stupňovaniu až do ťažkej havárie) a/alebo nesprávne zásahy prevádzkového personálu pri riadení elektrárne. Kumulácia takých škodlivých, vzdialených udalostí vedie k degradácii počiatočného zlyhania až na ťažkú haváriu.

Z tohto dôvodu možno ťažké havárie vo všeobecnosti považovať za scenáre, ktoré sú charakterizované tým že:

- spúšťacia udalosť nie je špecificky definovaná;
- súčasne dôjde k niekoľkým zlyhaniam bezpečnostných systémov elektrárne a chybám prevádzkového personálu pri riadnom riadení havarijných podmienok (teda sú spojené s veľmi nízkou pravdepodobnosťou vzniku);
- potenciálny dopad havárie mimo elektrárne, ktorý súvisí s únikmi aerosólového (vzduchom prenášaného) rádioaktívneho materiálu počas tavenia aktívnej zóny.

Napriek skutočnosti, že ťažkú haváriu môžu vyvolať rôzne zlyhania alebo spúšťacie udalosti, ktoré neboli zmiernené (t.j. havárie so stratou chladiva vyvolané, napr. prasknutím primárneho potrubia, úplný výpadok elektrárne s dlhotrvajúcou stratou odvádzania tepla z aktívnej zóny a pod.), vývoj ťažkej havárie je všeobecne charakterizovaný sledom procesov a javov, ktoré sú spoločné pre mnohé scenáre ťažkých havárií, a ktoré sa musia náležite riešiť v projekte elektrárne. V scenároch ťažkých havárií vo všeobecnosti unikajú rádioaktívne izotopy z roztavenej aktívnej zóny vo vnútri kontejnmentu, ktorý predstavuje konečnú bariéru proti rádioaktívnym únikom do životného prostredia. Z tohto dôvodu sa musí zabezpečiť integrita kontejnmentu proti všetkým javom ťažkej havárie, ktoré ju môžu ohroziť. Hlavné ohrozenia, ktorým sa musí čeliť počas ťažkej havárie (a ktoré sa teda musia náležite riešiť v projekte elektrárne), sú tieto:

- **tvorba vodíka:** taveniu jadra vo všeobecnosti predchádza exotermická oxidácia pokrytia paliva s vodou a parou, čo spôsobí tvorbu vodíka. Vodík takto uniká vo vnútri kontejnmentu a vytvárajú sa horľavé zmesi, ktoré by mohli predstavovať hrozbu pre integritu kontejnmentu v prípade nekontrolovaného horenia;
- **integrita tlakovej nádoby reaktora:** počas ťažkej havárie sa roztavená časť aktívnej zóny hromadí na dne tlakovej nádoby reaktora. Na zachovanie integrity kontejnmentu je v prvom rade dôležité, aby sa roztavená aktívna zóna (jadro) udržala vo vnútri TNR, ktorá si potom počas celej havárie musí zachovať svoju štrukturálnu integritu. Na tento účel je nutné, aby:
 - tavenie aktívnej zóny nenastalo, keď je tlak vo vnútri tlakovej nádoby reaktora ešte stále vysoký (t.j. porovnateľný s tlakom pri normálnych prevádzkových podmienkach);

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 52 z 72 Sheet of

- vždy po tavení aktívnej zóny bolo zabezpečené externé chladenie TNR.
- **vývoj teploty – tlaku vo vnútri kontejnmentu:** v takých scenároch, ako úplný výpadok elektrárne (t.j. scenáre, v ktorých dôjde k strate normálneho aj havarijného napájania) je nutné, aby bolo možné odvádzať teplo z kontejnmentu, a tým zabrániť pretlakovaniu/ prehriatiu;
- **rádioaktivita v elektrárni,** ktorá môže obmedziť obývateľnosť miestností (napr. blokovej dozorne, Centra technickej podpory), ktoré sú potrebné na identifikáciu optimálnych opatrení na obnovu, ktoré sú nutné na zmiernenie a likvidáciu havárie.

6.1 ORGANIZÁCIA A OPATRENIA DRŽITEĽA POVOLENIA NA RIADENIE HAVÁRIE

6.1.1 ORGANIZÁCIA DRŽITEĽA POVOLENIA NA RIADENIE HAVÁRIE

6.1.1.1 PERSONÁLNE ZABEZPEČENIE A ZMENOVÝ MANAŽMENT PRI NORMÁLNEJ PREVÁDZKE

V tejto fáze projektu ešte nie je úplne vypracované personálne zabezpečenie a zmenový manažment pre MO34: dá sa predpokladať, že na 3. a 4. blok sa uplatní rovnaké personálne zabezpečenie a zmenový manažment, aké je v súčasnosti v platnosti v prevádzkovanom 1. a 2. bloku.

6.1.1.2 PLÁNY NA POSILNENIE VNÚTORNEJ ORGANIZÁCIE NA RIADENIE HAVÁRIÍ

V súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 55/2006 o podrobnostiach havarijného plánovania v prípade udalosti alebo havárie už bola na 1. a 2. bloku JE Mochovce zriadená organizácia Centrum havarijnej odozvy (CHO), ktorá v rámci svojich povinností:

- klasifikuje prevádzkové udalosti v jadrovom zariadení, pričom stanovuje úroveň závažnosti;
- ohlasuje stav udalosti/havárie podľa ich závažnosti;
- Informuje personál nachádzajúci sa na území jadrového zariadenia a v UPZ (Zóne plánovania okamžitých ochranných činností) o udalosti/ havárii;
- priebežne informuje verejnosť o udalosti/havárii

Centrum havarijnej odozvy je rozdelené na nasledovné centrá havarijnej odozvy a riadenia havárie:

- **Blokové a havarijné dozorne** (BD/HD), ktoré sú hlavnými centrami riadenia elektrárne v akýchkoľvek podmienkach (vrátane podmienok ťažkej havárie);
- **Centrum havarijnej odozvy** (CHO) je zodpovedné za poskytovanie informácií verejnosti, spoluprácu s krajskými a okresnými komisiami pre radiačné havárie a s externými orgánmi a organizáciami. Do CHO patrí:
 - Centrum technickej podpory, ktoré je zodpovedné za poskytovanie technickej podpory prevádzkovému personálu blokovej dozorne pri riadení havárie;

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 53 z 72 Sheet of

- Centrum prevádzkovej podpory, ktoré je zodpovedné za vyhodnotenie radiačnej situácie, tvorbu predikcií o vývoji udalosti, určenie a realizáciu primeraných ochranných opatrení v rámci areálu JE a jeho okolitej oblasti;
- **Externé vyhodnocovacie centrum** umiestnené v neďalekom meste Levice, a je zodpovedné za monitorovanie rádioaktivity, odhad dávok v okolitých oblastiach JE a za prípravu odporúčaní na ochranu obyvateľstva.
- **Informačné centrum.**

Keď bude 3. a 4. blok v prevádzke, CHO sa rozšíri tak, aby bolo spoločné pre všetky štyri bloky.

6.1.1.3 VYUŽITIE EXTERNEJ TECHNICKEJ PODPORY NA RIADENIE HAVÁRIÍ

Počas havarijného stavu a po splnení podmienok na začatie HPP nesie personál BD hlavnú zodpovednosť za realizáciu usmernenia uvedeného v HPP a zohráva kľúčovú úlohu pri rozhodnutí o prechode od HPP k SAMG: rozhodnutie personálu BD prejsť od HPP k SAMG zdieľa s Centrom technickej podpory (CTP) a Centrom havarijnej odozvy (CHO), len ak je CTP funkčné v dobe, kedy je potrebné prijať toto rozhodnutie.

Avšak v prípade rýchlo sa vyvíjajúcich havárií, keď CTP nemusí byť ešte pripravené v okamihu, kedy nastane poškodenie aktívnej zóny (doba zabezpečenia personálu CTP pre Mochovce sa odhaduje približne na jednu hodinu, pričom vo všeobecnosti sa odhaduje na 1,5 hodiny), sa zodpovednosť za prechod na SAMG presúva na zmenového inžiniera.

CTP, ktoré tvorí súčasť CHO, je schopné vykonať hlbšiu analýzu vývoja scenárov a poskytnúť technickú podporu personálu BD, pričom personál BD realizuje činnosti nariadené CTP a naďalej nesie hlavnú zodpovednosť za elektrárňu a za prijaté opatrenia na ukončenie alebo zmiernenie následkov havárie. Týmto spôsobom CTP predstavuje rozhodovacie centrum a udržiava pracovné postupy, pokyny a počítačovú podporu pre rýchle analýzy vývoja havárie. Podobné úlohy z hľadiska radiačnej bezpečnosti plní Národná havarijná komisia (NHK) pre radiačné havárie a skupina riadenia technických postupov zriadenej pri NHK.

Slovenská sieť na monitorovanie radiácie (SORAMON) monitoruje radiačnú situáciu v okolitej oblasti jadrového zariadenia nezávisle od prevádzkovateľa /vlastníka) jadrového zariadenia a pripravuje podklady pre rozhodnutia NHK pre radiačné havárie, ktorá je zodpovedná za odporúčania zamerané na realizáciu opatrení na ochranu obyvateľstva, ktorú zabezpečujú miestne orgány. ÚJD zriadil svoje vlastné Centrum havarijnej odozvy, ktoré poskytuje externú technickú podporu pre rozhodnutia, ktoré má prijať predsedníčka ÚJD SR ako stála členka a podpredsedníčka NHK pre radiačné havárie. Centrum havarijnej odozvy ÚJD SR je vybavené technickými a informačnými prostriedkami, aby mohlo vykonávať v plnom rozsahu a nezávisle priamy dohľad nad jadrovým zariadením, sledovať jeho stav a kontrolovať postupy, ktoré uplatňuje personál jadrového zariadenia v prípade udalosti.

6.1.1.4 POSTUPY, ODBORNÁ PRÍPRAVA A CVIČENIA

Balík HPP a SAMG pre Mochovce 3a4 vypracováva európska pobočka spoločnosti Westinghouse Electric Corp. so sídlom v Belgicku – Westinghouse Electric Belgium S.A. (WEB), ktorá vypracovala symptómovo orientované havarijné prevádzkové postupy pre režim plného výkonu

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 54 z 72 Sheet of

a odstavenia na základe súboru Havarijných prevádzkových postupov Skupiny Vlastníka Westinghouse (WOG) pre celé Bohunice a 1. a 2. blok Mochoviec a pre niekoľko ďalších blokov VVER-440/213.

Podľa tohto prístupu, ak havária spôsobí automatickú aktiváciu ochrán (havarijné odstavenie reaktora alebo aktiváciu havarijného vstrekovania), návod pre operátora je daný v Havarijných prevádzkových postupoch (HPP). HPP využíva prevádzková zmena v dozorni. Obsahujú pokyny definujúce opatrenia, ktoré musia operátori prijať, aby sa obnovil stav elektrárne. Celkovým účelom HPP a OD-HPP (HPP pre odstavenie z prevádzky) je obnovenie stavu elektrárne skôr, ako nastane poškodenie aktívnej zóny. Najvyššia priorita sa v nich udeľuje prevencii a oddialeniu začatia poškodzovania aktívnej zóny. V prípade, že operátori nebudú úspešní pri obnove stavu elektrárne pomocou HPP alebo OD-HPP (nastane poškodenie aktívnej zóny), použijú Návod na riešenie ťažkých havárií (SAMG).

V balíku HPP sú definované prechodové body medzi HPP a SAMG v závislosti od dostupnosti alebo nedostupnosti napájania striedavým prúdom (minimálne čiastočne): kritérium prechodu z HPP na SAMG v skutočnosti závisí od teplotných podmienok pre všetky postupy, z ktorých je možné prejsť k Návodom na riešenie ťažkých havárií (SAMG), ktoré vychádzajú z údajov teploty výstupného termočlánku aktívnej zóny (CET) prevyšujúcej preddefinované hodnoty CET.

6.1.2 MOŽNOSŤ VYUŽITIA EXISTUJÚCEHO ZARIADENIA

Zariadenie v Mochovciach 3 a 4 je zariadenie určené na zmiernenie scenárov ťažkej havárie kvalifikované tak, aby vydržalo environmentálne podmienky, o ktorých sa predpokladá, že vzniknú počas ťažkej havárie.

Z tohto dôvodu sa dá predpokladať, že zariadenie umiestnené vo vnútri kontejnmentu a určené na riešenie ťažkej havárie, keďže je kvalifikované pre podmienky ťažkej havárie, môže byť spoľahlivé v priebehu vývoja ťažkej havárie.

V týchto podmienkach sa však vezme do úvahy všetko dostupné zariadenie (vrátane neklasifikovaného zariadenia), ktoré môže mať pozitívny účinok pri riadení ťažkej havárie, a ktoré môže využiť prevádzkový personál.

6.1.2.1 PREDPISY A RIADENIE DODÁVKY A POUŽITIA MOBILNÝCH ZARIADENÍ

Všetky systémy riadenia ťažkej havárie (SAM) sú určené na zmiernenie následkov ťažkej havárie minimálne počas prvých 12 hodín od ťažkej havárie (o ktorých sa predpokladá, že sú najnebezpečnejšie z hľadiska únikov rádioaktivity vo vnútri kontejnmentu a tvorby vodíka) bez externej dodávky pracovných médií (chladiva, motorovej nafty, elektriny) 72 hodín po dodávke externých zdrojov.

V súčasnosti sa nepočíta s použitím mobilných zariadení na riešenie ťažkej havárie.

Elektráreň je vybavená prídavným spoločným diesel generátorom, ktorý napája všetky komponenty, ktoré sú nutné na riešenie ťažkej havárie. Tento diesel generátor vystačí so zásobou paliva na 72 hodín (sebestačnosť diesel generátora sa dá ešte predĺžiť pomocou doplnenia paliva z palivových nádrží, ktoré sú k dispozícii pre havarijné diesel generátory).

Pre všetko zariadenie, ktoré je určené na riešenie ťažkej havárie nie je potrebné, aby mali k dispozícii systém technickej vody dôležitej.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 55 z 72 Sheet of

6.1.2.2 RIADENIE RÁDIOAKTÍVNYCH ÚNIKOV, OPATRENIA NA ICH OBMEDZENIE

Boli prijaté špecifické opatrenia na minimalizáciu únikov z netesností kontejnmentu do životného prostredia.

V prípade ťažkých havárií odporúča EUR a MAAE (NS-G-1.10), aby sa vytvorilo puzdro obklopujúce (čiastočne alebo úplne) primárny kontejnment na zhromažďovanie, filtrovanie a odstraňovanie rádionuklidov, ktoré unikajú z kontejnmentu cez náhodnú netesnosť hermetických prvkov alebo pri poškodení potrubí vyvedených von z primárneho kontejnmentu (sekundárny kontejnment).

Systém kontejnmentu MO34 je z väčšej časti obkolesený ohraničenými priestormi, v ktorých je umiestnená väčšina mechanických a elektrických priechodiek kontejnmentu a ktoré sú naprojektované tak, aby tvorili takzvanú „hermetickú zónu“, ktorá sa udržiava v miernom podtlaku voči okoliu (50 Pa) prostredníctvom ventilačných systémov, aby sa zachytili rádioaktívne úniky z kontejnmentu. Ventilovaný prúd vzduchu, ktorý potenciálne obsahuje rádioaktívny materiál zachytený z únikov z kontejnmentu, sa odošle do filtračných jednotiek vybavených HEPA filrami, a potom sa vypustí do životného prostredia cez ventilačný komín (je to podobná funkcia, ako oblasť medzikružia medzi primárnym a sekundárnym kontejnmentom pri systéme s dvoma kontejnmentmi). Podľa pôvodného projektu VVER 440/213 sa počíta s dostupnosťou ventilácie hermetickej zóny len pri normálnej prevádzke a v havarijných podmienkach, keď je dostupné normálne napájanie (t.j. ventilačné systémy, ktoré sú zodpovedné za udržiavanie podtlaku v hermetickej zóne, nie sú napájané havarijnými (záložnými) diesel generátormi).

V rámci revízie úvodného projektu, ktorá sa dokončila v roku 2008, sa rozhodlo o rozšírení dostupnosti tejto funkcie sekundárneho kontejnmentu na ťažké havárie, a teda aj v prípade straty havarijných diesel generátorov, a to napájaním príslušných spotrebičov vzduchotechniky (ventilátory, požiarne uzávery potrubia a pod.) zo spoločného DG.

Vyčerpaný objem vzduchu odoslaný do komína je 80 000 m³/h pre miestnosti 3. a 4. bloku (2 ventilačné jednotky, jedna v pohotovosti).

6.1.3 HODNOTENIE FAKTOROV, KTORÉ MÔŽU SŤAŽOVAŤ RIADENIE HAVÁRIE A PRÍSLUŠNÉ ALTERNATÍVNE OPATRENIA

6.1.3.1 ROZSIAHLE ZNIČENIE INFRAŠTRUKTÚRY ALEBO ZÁPLAVA OKOLO ZARIADENIA, KTORÁ BRÁNI V PRÍSTUPE DO AREÁLU ELEKTRÁRNE

Pre Mochovce 3 a 4 sa nevykonali analýzy prístupu do areálu Mochoviec po vážnej externej udalosti (zemetrasenie, záplava). Avšak očakáva sa, že výsledky analýz, vykonaných pre Mochovce 1 a 2 budú úplne použiteľné pre bloky 3 a 4.

6.1.3.2 STRATA KOMUNIKAČNÝCH ZARIADENÍ /SYSTÉMOV

Komunikačné zariadenia a systémy MO34 (ktoré budú tie isté, ako sú v súčasnosti dostupné pre prevádzkovaný 1. a 2 blok – pre doplňujúce informácie pozri Správu o záťažových skúškach Mochovce 1 a 2) sa posúdili ako vhodné na riešenie podmienok ťažkej havárie.

Okamžité opatrenia, ktoré sa musia vykonať v ranej fáze ťažkej havárie sú však zahrnuté do postupov a nevyžadujú dostupnosť CTP. V tejto fáze prechodu je bloková dozorná schopná

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 56 z 72 Sheet of

vykonať primárne odtlakovanie, zaplavenie šachty a vodíkové hospodárstvo bez akejkoľvek externej podpory: takto sú následne k dispozícii významné časové rezervy (dni) na obnovenie komunikačných prostriedkov s CTP.

6.1.3.3 DOPAD DOSTUPNOSTI A OBÝVATEĽNOSTI BLOKOVEJ DOZORNE A SEKUNDÁRNYCH DOZORNÍ, OPATRENIA, KTORÉ SA MAJÚ PRIJAŤ NA ZABRÁNENIE ALEBO RIEŠENIE TAKEJ SITUÁCIE

Obývateľnosť dozorne predstavuje jeden z najdôležitejších predpokladov pre úspešné riadenie a zmiernenie ťažkých havárií.

Na ochranu blokovej dozorne počas ranej fázy ťažkej havárie (až do 12 hodín od prechodu do ťažkej havárie, počas ktorej sa predpokladajú najvýznamnejšie úniky z kontejnmentu) sa počíta so špecificky určeným ventilačným systémom: tento systém využíva vzduch, ktorý sa odoberá zo špecificky určeného zásobníka stlačeného vzduchu.

Hlavné systémy obývateľnosti zahŕňajú.

- ventilačné systémy,
- systém monitorovania radiácie,
- ochranné prostriedky proti toxickým, chemickým a rádioaktívnym látkam,
- systém osvetlenia elektrárne,
- protipožiarny systém.

Aby sa zabezpečilo vhodné prostredie pre zariadenie a personál, bezpečný a zdravotne nezávadný pobyt pre personál za všetkých prevádzkových a havarijných podmienok s rádioaktívnym únikom do životného prostredia a pre udalosti s výskytom toxických plynov v ovzduší, dozorne sú vybavené:

- normálnym systémom vzduchotechniky,
- havarijným systémom vzduchotechniky a ventilácie: tento systém je v prevádzke len v prípade úniku rádioaktivity do okolia JE. Ventilátory, hermetické uzávery a elektrické ohrievače fungujú so 100% rezervou,

V prípade vysokej rádioaktivity alebo toxických plynov v okolí JE sa priestor blokovej dozorne bude zásobovať stlačeným čerstvým vzduchom 100 m³/h zo špecificky určených zásobníkov, aby sa v blokovej dozorni zabezpečil mierny pretlak a zabránilo sa preniknutiu rádioaktívnych alebo toxických plynov do blokovej dozorne. Zásobníky sú umiestnené mimo blokovej dozorne. Takýto vzduch zabezpečí vhodné pracovné podmienky pre personál v blokovej dozorni minimálne počas 12 hodín (potom sa predpokladá opätovné zavedenie havarijného systému vzduchotechniky a filtrácie).

Bloková dozorna je vybavená osobnými ochrannými prostriedkami, ktoré umožnia pracovníkom v týchto dozorni vykonávať všetky činnosti pri rôznych prevádzkových stavoch. Havarijné vybavenie pre každého pracovníka blokovej dozorne zahŕňa:

- ochrannú masku + vrecúško
- filtre na masku
- osobné zdravotné prostriedky s vreckovým obvazom

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana Sheet 57 z 72 of

- osobný ochranný balík (celotelovú kombinézu, bavlnené rukavice, nasúvacie latexové rukavice, plastové topánky, respirátor)
- jodid draselný
- dýchací prístroj.

Navrhnuté spoločné Centrum havarijnej odozvy pre EMO12 a EMO34 v terajších priestoroch Centra havarijnej odozvy EMO12 v úkryte civilnej ochrany č. 1 a takisto spoločné Externé vyhodnocovacie centrum a pohotovostné CHO v Leviciach sú vybavené prostriedkami, ktoré zabezpečujú ich obývateľnosť minimálne na takej istej úrovni, ako súčasné centrá EMO12. Dodatočné opatrenia sú preskúmané v objektoch havarijnej odozvy EBO34 a EMO.

6.1.3.4 REALIZOVATEĽNOSŤ A EFEKTÍVNOSŤ OPATRENÍ HAVARIJNÉHO MANAŽMENTU V PODMIENKACH EXTERNÝCH RIZÍK (ZEMETRASENÍ, ZÁPLAV)

Systémy špecificky určené na zmiernenie ťažkých havárií sú naprojektované podľa požiadaviek EUR, ku ktorým nepatrí (ak sa špecificky nevyžaduje z iných špecifických dôvodov):

- odolnosť voči jednému kritériu poruchy,
- seizmická kvalifikácia,
- automatická aktivácia všeobecne (hoci toto môže byť potrebné v špecifických prípadoch).

Preto sa seizmická kvalifikácia zariadenia špecificky určeného pre riadenie ťažkých havárií nevyžadovala v rámci revízie úvodného projektu MO34, pokiaľ sa nezistilo, že taká seizmická klasifikácia je nutná, aby sa zabránilo interakciám so seizmicky kvalifikovaným zariadením.

Na druhej strane, na základe výsledkov uvedených v 3. a 4. kapitole možno skonštatovať, že pre vyššie zmienené systémy neexistujú žiadne významné zraniteľné miesta voči externým rizikám.

6.1.3.5 NEDOSTUPNOSŤ NAPÁJANIA A POTENCIÁLNE ZLYHANIE SKR

Opatrenia na riadenie ťažkých havárií sú účinné dokonca aj v prípade straty externého napájania, straty napájania vlastnej spotreby a straty všetkých troch havarijných (záložných) diesel generátorov.

MO34 sú v skutočnosti vybavené prídavným diesel generátorom, ktorý je spoločný pre oba bloky. Takéto doplňujúce napájanie je určené na napájanie všetkých systémov, ktoré sú potrebné na riadenie ťažkej havárie a môžu sa použiť ako podporné zariadenie na dosiahnutie úspešného riešenia SBO. Špecificky určený systém napájania pre ťažkú haváriu patrí do seizmickej triedy 2b (nie je seizmicky klasifikovaný).

Systémy SKR, ktoré sú potrebné pre riadenie ťažkej havárie a na ochranu integrity kontajneru, sú naprojektované tak, aby zabránili akejkoľvek potenciálnej poruche v prípade ťažkej havárie:

- SKR potrebné a naprojektované tak, aby fungovali v podmienkach ťažkej havárie;
- SKR pre riadenie ťažkej havárie sa budú ovládať zo špecificky určeného panelu pre riadenie ťažkej havárie (SAM), ktorý je umiestnený v blokovej dozorni a počas

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 58 z 72 Sheet of

normálnej prevádzky je neaktívny;

- všetky systémy SKR, ktoré sú pripojené k systémom riadenia ťažkých havárií (vrátane pripojenia systému pre Centrum technickej podpory), sú napájané prídavným spoločným diesel generátorom.

6.1.3.6 POTENCIÁLNE ÚČINKY Z INÝCH SUSEDNÝCH ZARIADENÍ V AREÁLI ELEKTRÁRNE

JE MO34 je vybavená zariadeniami na riešenie ťažkej havárie, časť ktorých spoločne zdieľajú oba bloky (t.j. spoločný diesel generátor, doplňujúci zdroj bórovanej vody).

Zariadenie, ktoré spoločne zdieľajú bloky, je naprojektované podľa MAAE NS-R-1.

Preto je elektrárň v súčasnosti schopná zvládnuť ťažkú haváriu, ktorá postihne jeden blok a uviesť druhý blok do stavu bezpečného odstavenia z prevádzky.

6.1.4 OPATRENIA, S KTORÝMI SA DÁ POČÍTAŤ NA ZVÝŠENIE KAPACÍT HAVARIJNÉHO MANAŽMENTU

Pozri oddiel 6.2.8

6.2 ZACHOVANIE INTEGRITY KONTEJNMENTU PO VZNIKU VÝZNAMNÉHO POŠKODENIA PALIVA V AKTÍVNEJ ZÓNE (AŽ DO TAVENIA AKTÍVNEJ ZÓNY)

V nasledujúcej časti sa predpokladá, že sa dosiahne signál na prechod od HPP k SAMG: to znamená, že predchádzajúce pokusy o obnovenie chladenia aktívnej zóny zlyhali a že v tomto bode personál BD prenáša svoju pozornosť z obnovenia chladenia aktívnej zóny na oveľa širší cieľ – ochrániť hranice elektrárne pred šírením štiepných produktov a zároveň sa pokúsiť vytvoriť kontrolovaný stabilný stav elektrárne.

Je potrebné zdôrazniť, že to, čo je ďalej uvedené, sa vzťahuje na mnoho rozmanitých spúšťacích udalostí, keďže v predchádzajúcich fázach neboli prijaté žiadne predpoklady týkajúce sa vývoja havárie a zlyhania bezpečnostných systémov, ktoré viedli k začínajúcemu poškodeniu aktívnej zóny. Ako je zohľadnené v SAMG, odozva elektrárne je vo všeobecnosti rovnaká pre stavy pri ostrej prevádzke, aj pri odstavení z prevádzky (so zatvoreným reaktorom). Nižšie uvedené časové intervaly sa vzťahujú na iniciáciu ťažkej havárie pri menovitom výkone. V prípadoch odstavenia z prevádzky sú časové rezervy dlhšie.

Okamžité opatrenia, ktoré musí personál BD vykonať, kým sa rozhodovanie preniesie z BD na CTP, sú takéto:

- Overiť, či pracuje DG určený pre ťažké havárie: je potrebné zdôrazniť, že tento DG predstavuje špeciálny zdroj AC/DC napájania pre ťažké havárie, a teda jeho správne fungovanie nesúvisí s poruchami v elektrárni (konkrétne súčasné zlyhanie havarijných DG), ktoré mali vplyv na predchádzajúce štádiá havárie a z tohto dôvodu je možné jeho dostupnosti dôverovať;
- presvedčiť sa o dostupnosti monitorovacieho systému vodíka vo vnútri kontejnmentu ;
- zabezpečiť dostatok vody na podlahe boxu parogenerátorov, aby bolo možné zaplaviť šachtu reaktora (na tento účel je potrebných približne 500 m³ vody na podlahe boxu

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 59 z 72 Sheet of

parogenerátorov) a v prípade potreby začať s vyprázdňovaním vodných žľabov z barbotážnej veže;

- zabezpečiť sprchovanie kontejnmentu, buď obnovením jednej redundancie sprchového systému kontejnmentu, alebo ak to nie je možné, naštartovaním špeciálneho sprchového systému kontejnmentu určeného pre ťažké havárie (systém JNR). Podobne ako DG pre ťažké havárie, aj špeciálny sprchový systém kontejnmentu pre ťažké havárie je nezávislý systém napájaný energiou zo špeciálne určeného zdroja, a preto jeho správne fungovanie nesúvisí so zlyhaniami v elektrárni, ktoré spôsobili eskaláciu havárie do ťažkej havárie;
- zabezpečiť rýchle odtlakovanie primárneho okruhu (ak sled havárie nie je nízkotlakový), buď pomocou OV/PV kompenzátora objemu alebo otvorením špeciálnej, úplne nezávislej trasy odtakovania primárneho okruhu, aby:
 - sa zabránilo vysokotlakovému vytlačeniu taveniny;
 - sa zabránilo porušeniu pri tečení parogenerátorových trubiek, keď sú PG suché;
 - sa umožnilo doplňovanie primárneho okruhu zo zdrojov nízkotlakového vstrekovania;
 - sa maximalizovalo doplňovanie primárneho okruhu z ľubovoľného zdroja vstrekovania odstredivého čerpadla;
- vytvoriť účinnú izoláciu kontejnmentu.

Hlavné ciele týchto činností sú:

- **zabrániť zlyhaniu TNR:** kritériom pre zachovanie integrity tlakovej nádoby reaktora je dosiahnutie stavu s úplne zaplavenou šachtou reaktora pred rozsiahlym premiestnením koria v nádobe, s úplne otvorenými prietokovými trasami na recirkuláciu chladiva medzi boxami parogenerátora a šachtou reaktora a s nižším tlakom ako 2,0 MPa vo vnútri TNR v čase premiestnenia aktívnej zóny pri akomkoľvek scenári ťažkej havárie;
- **znížiť objem pary v atmosfére kontejnmentu:** včasné sprchovanie kontejnmentu je dôležité pri deinertizácii atmosféry kontejnmentu (kondenzovanie pary, ktorá sa buď uvoľnila z primárneho okruhu alebo z externého zaplavenia TNR) a aby bola možná rekombinácia vodíka pasívnymi autokatalytickými zariadeniami na spaľovanie vodíka/zapaľovačov, čím sa zabráni tvorbe potenciálne výbušných zmesí;
- **znížiť tlak/teplotu v kontejnmente a obsah rádioaktivity** za účelom ochrany tlakovej hranice kontejnmentu a minimalizácie únikov.

Časový rámc pre tento súbor okamžitých opatrení je daný časom, ktorý je potrebný na odvodnenie vodných žľabov barbotážnej veže, čo sa predpokladá, že nebude trvať dlhšie ako 40-45 minút.

6.2.1 ELIMINÁCIA POŠKODENIA PALIVA/ TAVENIA PRI VYSOKOM TLAKU

Elektráreň je vybavená špecificky určenými prostriedkami na odtlakovanie, aby sa zabezpečilo spoľahlivé odtlakovanie primárneho okruhu počas ťažkej havárie, čo umožní externé chladenie

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 60 z 72 Sheet of

TNR a zachovanie koria vo vnútri nádoby podľa stratégie SAMG.

Hlavným cieľom tohto opatrenia je zabránenie všetkým vysokotlakovým sekvenciám ťažkej havárie (t.j. s tlakom v primárnom okruhu, ktorý je vyšší ako 2 MPa^{abs} v čase degradácie a premiestnenia aktívnej zóny).

6.2.2 RIADENIE RIZÍK VODÍKA VO VNÚTRI KONTEJNMENTU

Elektrárň je vybavená opatreniami na odvádzanie vodíka, ktorý sa vytvoril z procesov sprevádzajúcich ťažkú haváriu.

Tento systém pozostáva z pasívnych autokatalytických zariadení s dvojitou funkciou rekombinácie/ zapalovania, ktoré sú umiestnené v sprchovanej časti boxov parogenerátora na miestach, na ktorých sa predpokladá potenciálna akumulácia vodíka a v miestnostiach, ktoré sú priamo prepojené s boxami PG.

Tento systém je úplne pasívny a nepotrebuje elektrické napájanie.

Elektrárň bude vybavená aj monitorovacím systémom vodíka, ktorý je kvalifikovaný pre podmienky ťažkej havárie.

Údaje z monitorovacieho systému o koncentrácii vodíka sa zobrazia v dozorniach na paneli ťažkých havárií prostredníctvom monitorovacieho systému ťažkých havárií (SAMS).

6.2.3 ZABRÁNENIE PRETLAKU V KONTEJNMENTE

V scenári ťažkej havárie sa predpokladá, že normálny sprchovací systém nie je dostupný. Preto bol naprojektovaný systém, ktorý je špecificky určený na riešenie ťažkej havárie, aby reguloval tlak a teplotu kontejnmentu vstrekaním bórovanej vody do sprchovacieho systému kontejnmentu.

Tento systém bude zložený z troch nádrží obsahujúcich roztok H₃BO₃, každá 500 m³, ktoré budú umiestnené medzi 2. a 3. blokom.

Chladivo sa môže dodávať do primárneho okruhu, sprchovacieho systému kontejnmentu, otvoreného reaktora alebo bazéna vyhoretého paliva v závislosti od toho, ako operátor nastaví tento systém.

Zásoba 1 000 m³ pokryje potreby sprchovania od začiatku ťažkej havárie na zabezpečenie optimálnych podmienok pre fungovanie pasívnych autokatalytických rekombinátorov a zapalovačov, aby sa koncentrácia vodíka udržiavala s akceptovateľných medziach.

Potrebné elektrické napájanie sa dodáva zo spoločného diesel generátora.

Prevádzka tohto systému je ovládaná len manuálne z panela na riadenie ťažkej havárie v blokovej dozorni.

6.2.4 ZABRÁNENIE OPAKOVANÉMU KRITICKÉMU STAVU

Opatrenia na odtlakovanie pri ťažkej havárii zabráni scenárom vysokotlakového tavenia aktívnej zóny a zabezpečia dobíjanie pasívnych hydroakumulátorov: toto opatrenie je účinné, keď je tlak primárneho okruhu nižší ako 3,5 MPa.

Pri scenároch ťažkej havárie s vysokým tlakom, vyprázdnením hydroakumulátora, ku ktorému dôjde počas rýchleho odtlakovania primárneho okruhu (pozri odieľ 6.2.1) sa zabezpečí značné

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana z Sheet of 61 72

vstrekovanie (doplňovanie) bórovanej vody do primárneho okruhu ($4 \times 40 \text{ m}^3$) s koncentráciou 12g/kg , ktorým sa zabráni opakovaniu kritického stavu.

Okrem toho, chladenie aktívnej zóny vo vnútri nádoby v ranom štádiu ťažkej havárie (t.j. vstrekovanie vo vnútri nádoby a zaplavenie šachty) sa vykoná bórovanou vodou, ktorá obsahuje potrebnú koncentráciu bóru na odstavenie z prevádzky.

6.2.5 ZABRÁNENIE ROZTAVENIU ZÁKLADOVEJ DOSKY

Mochovce 3 a 4 sú pre prípad poškodenia paliva naprojektované tak, aby sa zabránilo roztaveniu základovej dosky tým, že sa prijme stratégia na zachovanie koria vo vnútri nádoby. V prvej časti prechodového stavu po ťažkej havárii sa roztavená časť zhromaždí na dne TNR.

Pre zachovanie integrity kontejnmentu je dôležité v prvom rade, aby sa roztavená aktívna zóna udržala vo vnútri TNR, ktoré si potom zachová svoju štrukturálnu integritu počas celej havárie. Na tento účel je potrebné, aby:

- nedošlo k taveniu, keď je tlak vo vnútri tlakovej nádoby reaktora ešte stále vysoký (opatrenia na elimináciu scenárov roztavenia a tavenia aktívnej zóny pri vysokom tlaku sú opísané v osobitnom paragrafe),
- bolo zabezpečené externé chladenie TNR kedykoľvek po tavení aktívnej zóny.

Stratégia zaplavenia šachty reaktora spočíva v odvodnení žlabov barbotážnej veže (drenážne plniace potrubie DN 150 mm), zaplavení chodby a boxov PG. Bórovaná voda vteká do šachty reaktora cez dva ventilačné kanály (100% redundancia), ktoré sú náležite modifikované vo vzťahu k úvodnému projektu VVER 440/213.

6.2.5.1 ÚČINKY HRANIČNÉHO EFEKTU VO VZŤAHU K ČASOVÉMU ONESKORENIU MEDZI Odstavením reaktora a roztavením aktívnej zóny

Neúspešnosť zásahu operátora na zavedenie vyššie uvedených opatrení by mohla vyvolať stratu integrity kontejnmentu počas vývoja havárie s časovým oneskorením v závislosti od uvažovaných scenárov.

Avšak, ako sa už hovorilo vyššie:

- také opatrenia sú založené buď na pasívnom zariadení, alebo na aktívnom zariadení, ktoré nebolo zaradené do predchádzajúcich fáz havárie a je napájané z nezávislého zdroja napájania;
- také opatrenia sú zaradené do predpisov a nevyžadujú podporu CTP.

Z týchto dôvodov treba považovať neúspešnosť vykonania takých opatrení za mimoriadne nepravdepodobné.

Na druhej strane, úspešnou realizáciou takých opatrení sa zabezpečí integrita TNR a regulácia tlaku/ teploty vo vnútri kontejnmentu počas niekoľkých dní, počas ktorých sa vyžaduje od personálu CTP/BD, aby optimalizovali využívanie sprchovania kontejnmentu (prepnutím špecificky určeného systému na sprchovanie kontejnmentu a/alebo sprchovacieho systému kontejnmentu do režimu systémovej recirkulácie), aby:

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 62 z 72 Sheet of

- sa zvýšila dostupnosť vody z dopĺňujúcich nádrží,
- sa optimalizovalo vodíkové hospodárstvo vo vnútri kontejnmentu (deinertizácia atmosféry kontejnmentu prostredníctvom kondenzácie pary).

V ďalších fázach sa predpokladá, že najneskôr do 5 dní po vyčerpaní špecificky určenej zásoby vody sa obnoví medzný tepelný odvod kontejnmentu (napr. jedna časť KSK sprchy kontejnmentu), a tým sa zabezpečí dlhodobá regulácia tlaku/teploty/vodíka vo vnútri kontejnmentu.

6.2.6 NUTNOSŤ ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA AC A DC A ZÁSOBOVANIA STLAČENÝM VZDUCHOM ZARIADENIA, KTORÉ SA POUŽÍVA NA OCHRANU INTEGRITY KONTEJNMENTU

Integrita kontejnmentu sa zachová, ak sa úspešne vykonajú tri hlavné opatrenia:

- odtlakovanie primárneho okruhu;
- zaplavenie šachty;
- sprchovanie kontejnmentu.

Úspešnosť vyššie uvedených opatrení závisí od dostupnosti napájania AC.

Z tohto dôvodu sú MO34 vybavené spoločným diesel generátorom, ktorý je určený pre ťažkú haváriu.

Tento DG predstavuje špecificky určený zdroj napájania AC/DC pre ťažké havárie, a teda je pohotovosť nie je ovplyvnená poruchami elektrárne (najmä súčasným zlyhaním havarijných DG), ktoré mali vplyv na prechádzajúce štádiá havárie.

6.2.7 SKR, KTORÉ SÚ POTREBNÉ NA OCHRANU INTEGRITY KONTEJNMENTU

Pozri oddiel 6.2.3

6.2.8 OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZVÝŠENIE SCHOPNOSTI ZACHOVANIA INTEGRITY KONTEJNMENTU PO VZNIKU ŤAŽKÉHO POŠKODENIA PALIVA

Na základe výsledkov uvedených v predchádzajúcich kapitolách budú analyzované opatrenia na ďalšie zvýšenie schopnosti elektrárne riešiť haváriu:

- seizmická kvalifikácia a funkčná duplicita spoločného diesel generátora a systému JNR, aby:
 - sa zabezpečila pohotovosť týchto systémov v prípade ťažkej havárie so zemetrasením ako spúšťacou udalosťou;
 - sa zabezpečilo náležité riadenie havárie v prípade ťažkej havárie, ku ktorej dôjde súčasne na dvoch blokoch;
- zabezpečenie napájania z batérií pre ventily, ktoré je nutné aktivovať v ranej fáze ťažkej havárie za účelom:
 - rýchleho odtlakovania primárneho okruhu;
 - zaplavenia šachty,

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana z Sheet of 63 72

aby sa zabezpečila realizácia všetkých opatrení dokonca aj v prípade straty všetkých zdrojov napájania striedavým prúdom.

6.3 OPATRENIA RIADENIA HAVÁRIE NA OBMEDZENIE RÁDIOAKTÍVNYCH ÚNIKOV

6.3.1 RÁDIOAKTÍVNE ÚNIKY PO STRATE INTEGRITY KONTEJNMENTU

Pozri opis sekundárnej funkcie kontejnmentu v oddiele 6.1.2.2.

6.3.2 RIADENIE HAVÁRIE PO ODKRYTÍ KRYTU PALIVA V BAZÉNE PALIVA

Analýzy straty chladiacej funkcie bazéna vyhoretého paliva (strata elektrického napájania a medzného tepelného odvodu) ukazujú, že poškodenie paliva nastane niekoľko hodín po odkrytí paliva: v takom prípade aj po odkrytí paliva v bazéne vyhoretého paliva je dostatok času na obnovenie dopĺňovania chladiwa, aby sa zabránilo poškodeniu paliva (preventívne opatrenie).

Jedným z možných zdrojov dopĺňovania je barbotážna veža, ako je opísané v kapitole 5.2. Ako alternatíva sa môže použiť systém JNR ako dopĺňujúci prostriedok na obnovenie zásoby bórovanej vody v bazéne vyhoretého paliva, a takým spôsobom:

- zabrániť poškodeniu paliva, oxidácii puzdra a významnej tvorbe vodíka,
- obnoviť primerané tienenie.

Kedže k poškodeniu paliva nedôjde, kým sa kryt paliva nezačne odkrývať, minimálny hmotnostný prietok, ktorý je potrebný na zachovanie hladiny v bazéne vyhoretého paliva, je odparenie v dôsledku rozpadového tepla (približne 2,5-3 kg/s).

6.3.2.1 VODÍKOVÉ HOSPODÁRSTVO

Významná tvorba vodíka začne približne vtedy, keď dôjde k poškodeniu paliva.

S výnimkou nepravdepodobných udalostí rozsiahle porušenia integrity dna bazéna sa predpokladá, že časový rámec do poškodenia paliva v dôsledku prehriatia bude viac ako jeden. Tento čas považuje za primeraný na obnovu prostriedkov na dodávanie chladiwa do bazéna vyhoretého paliva. Všetky kroky na identifikáciu a riešenie udalosti sú obsiahnuté v Návodoch na riešenie ťažkých havárií (SAMG).

6.3.2.2 ZABEZPEČENIE PRIMERANÉHO TIENENIA PROTI ŽIARENIU

Podobne ako v predchádzajúcom prípade, aj tu je možné uplatniť preventívnu a zmierňovaciu funkciu systému JNR.

6.3.2.3 OBMEDZENIE ÚNIKOV PO ŤAŽKOM POŠKODENÍ VYHORETÉHO PALIVA V SKLADOVACÍCH BAZÉNOCH PALIVA

V súčasnosti neboli prijaté žiadne opatrenia vo vzťahu k tomuto problému, pretože sa predpokladá, že časový rámec do poškodenia paliva v dôsledku prehriatia bude viac ako jeden.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 64 z 72 Sheet of

Tento čas sa považuje za primeraný na obnovu prostriedkov na dodávanie chladiva do bazéna vyhoretého paliva.

6.3.2.4 POTREBNÉ SKR NA MONITOROVANIE STAVU VYHORETÉHO PALIVA A NA RIADENIE HAVÁRIE

V súčasnosti sú SKR, ktoré sú potrebné na monitorovanie bazéna vyhoretého paliva, napájané nielen z havarijných diesel generátorov, ale aj zo spoločného diesel generátora.

Tieto informácie sa môžu zobraziť na ovládacom paneli, ktorý je špecificky určený pre ťažké havárie.

6.3.2.5 DOSTUPNOSŤ A OBÝVATEĽNOSŤ DOZORNE

Pozri oddiel 6.1.3.3

6.3.3 OPATRENIA, S KTORÝMI MOŽNO POČÍTAŤ NA ZVÝŠENIE SCHOPNOSTI OBMEDZIŤ RÁDIOAKTÍVNE ÚIKY

Pozri oddiel 6.2.8

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 65 z 72 Sheet of

7 ZÁVERY

Vyhodnotenie záťažových skúšok potvrdilo všeobecnú odolnosť projektu elektrárne v extrémnych podmienkach, ktoré boli preskúmané podľa požiadaviek ENSREG. Navyše bolo zdôraznené, že postupy a návody na zvládnutie takýchto extrémnych podmienok boli vyvinuté podľa najlepšej medzinárodnej praxe a že Organizácia havarijnej odozvy uplatnená pre Mochovce 1 a 2 (a popísaná v Správe o záťažových skúškach Mochovce 1 a 2) bude rozšírená tak aby zahrňovala aj bloky 3 a 4.

Hodnotenia, vykonané v odsekoch 2 – 6 správy dovoľujú urobiť nasledujúce hlavné závery:

- Seizmická úroveň uvažovaná v revízii úvodného projektu Mochovce 3 a 4 (0.15g) bola odvodená z hodnotenia pravdepodobnostného seizmického rizika, vykonaného podľa súčasného stavu medzinárodnej praxe a kladne zhodnotená MAAE: z tohto dôvodu je možné konštatovať, že seizmické riziko je v projekte Mochovce 3 a 4 náležite zvážené.
Podrobné analýzy odolnosti JE voči seizmickej úrovni vyššej ako je spomenutá vyššie preukázali, že pre strojné, elektrické zariadenia a zariadenia SKR jestvujú v JE významné rezervy; na druhej strane, budú vykonané dodatočné analýzy na ohodnotenie konečnej odolnosti stavebných konštrukcií JE;
- Lokalita Mochoviech je veľmi dobre chránená oproti vonkajším záplavám; v skutočnosti orografia oblasti Mochoviec je taká, že vonkajšie potenciálne zdroje záplav, ako sú rieky jazerá, priehrady nemôžu ohroziť lokalitu. takýmto spôsobom jediný potenciálny zdroj záplav je reprezentovaný zrážkovou vodou, oproti ktorej však boli projektom JE overené významné rezervy;
- Projekt Mochoviec 3 a 4 preukázal, že je odolný voči extrémnym podmienkam počasia. V skutočnosti bolo overené, že projekt bezpečnostne významných stavebných konštrukcií vydrží záťaže od vetra a snehu, ktoré boli počítané ako extrémne nepravdepodobné pre lokalitu Mochovce a teda preukázali významné rezervy s ohľadom na projektové podklady.
Na druhej strane aktuálne prehodnotenie extrémnych vysokých/nízkyh teplôt na lokalite Mochovce, vykonané Slovenským hydrometeorologickým ústavom preukázali že tieto teploty boli v projekte elektrárne definované konzervatívne, s významnými rezervami voči skutočným rizikám lokality.
- V prípade úplného výpadku elektrárne a/alebo straty konečného odvodu tepla bolo preukázané, že kombinácia priaznivých prvkov projektu Mochovce 3 a 4 a postupy riadenia havárií zabezpečujú dostupnosť viacerých spôsobov pre udržanie základných bezpečnostných funkcií elektrárne . Okrem toho boli identifikované a v budúcnosti budú analyzované opatrenia pre ďalšie zvýšenie schopností riadenia havárií elektrárne, tak ako vyplývajú z nariadení ENSREG (napr. postulovanie havárií, vyskytujúcich sa súčasne na všetkých blokoch);

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11
		Strana Sheet 66 z 72 of

- Jednou z kľúčových oblastí programu bezpečnostných vylepšení, realizovaných v rámci revízie projektu Mochovce 3 a 4 bolo riadenie vážnych havárií, ktoré práve zahrňujú systémy, určené na tento účel. Navyše sú v súčasnosti, v súlade s najlepšou medzinárodnou praxou, vyvíjané návody na riadenie ťažkých havárií. Napriek tomu, boli na základe nariadení ENSREG identifikované a v budúcnosti budú analyzované opatrenia na ďalšie zvýšenie schopností elektrárne na zmiernenie havárií (napr. postulovanie havárií, vyskytujúcich sa súčasne na všetkých blokoch).

S ohľadom na diskusiu, uvedenú vyššie, opatrenia, ktoré budú analyzované, sú zosumarizované v nasledujúcej tabuľke.

Referenčný scenár	Opatrenie
Úplný výpadok elektrárne (SBO)	Vyhodnotenie zahrnutia prídavného diesel generátora do projektu MO34 (seizmicky kvalifikovaný, vzduchom chladený, teda nezávislý od technickej vody dôležitej a fyzicky oddelený od havarijných diesel generátorov) pre riadenie scenárov SBO.
	Vývoj administratívnych opatrení pre optimalizáciu zdrojov DC.
	Prijatie dodatočných opatrení z hľadiska zariadenia a postupov za účelom umožnenia súčasného vstrekovania vody do parogenerátorov prostredníctvom mobilných zdrojov v blokoch 3 a 4.
Strata konečného odvodu tepla	Vývoj stratégií pre optimalizáciu zásobníkov bórovej vody v scenároch, v ktorých je nutné simultánne vstrekovanie bórovej vody do tlakovej nádoby reaktora a bazénu vyhoreteho paliva.
	Seizmická kvalifikácia zásobníka bórovej vody a spoločného diesel generátora, aby sa zaistilo vstrekovanie bórovej vody do bazénu vyhoreteho paliva po zemetrasení.
Riadenie ťažkých havárií	Potreba funkčného zdvojenia spoločného diesel generátora a systému zásobníka bórovej vody, aby sa zaistilo riadenie havárie v prípadoch simultánnych ťažkých havárií dvoch blokov.
	Zabezpečiť napájanie DC pre zariadenia, ktoré majú byť uvedené do činnosti v počiatočnej fáze ťažkej havárie.

	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 67 z 72 Sheet of

8 PRÍLOHA: METODIKA NA HODNOTENIE REZERV ELEKTRÁRNE PROTI NADPROJEKTOVÝM EXTERNÝM RIZIKÁM

Účelom tejto časti je predstaviť prístup, ktorý bol prijatý na hodnotenie rezerv elektrárne voči:

- Nadprojektovému (BDB) zemetraseniu,
- Nadprojektovej záplave,
- Nadprojektovým extrémnym prírodným udalostiam a ich kombináciám,

ako je stanovené v špecifikácii „Záťažové skúšky“ ENSREG (z 13. mája 2011) a ako požaduje Úrad jadrového dozoru SR v liste 874/2011 z 15. júna 2011.

Okrem požiadaviek ENSREG, bol tento prístup definovaný s prihliadnutím na:

- Analýzy odolnosti MO34 voči externým rizikám, ktoré boli predložené ako základ pre zmeny projektu schválené ÚJD v rozhodnutí 290/2011;
- Predpisy zahrnuté v EPRI NP-6041-SL;

Týmto spôsobom bola určená Cesta bezpečného odstavenia (CBO) pre následné hodnotenie rezervy pre všetky vyššie uvedené externé riziká. CBO predstavuje referenčnú minimálnu kombináciu zariadení, ktoré sú nutné na zabezpečenie základných bezpečnostných funkcií na čas, ktorý je potrebný pre príchod externých podporných jednotiek (predpokladaných v súlade so špecifikáciami záťažových skúšok ENSREG, t.j.:

- a. zachovanie podkritického stavu aktívnej zóny;
- b. odvod rozpadového tepla z aktívnej zóny;
- c. zachovanie podkritického stavu bazéna vyhoretého paliva;
- d. odvod tepla z BVP;
- e. udržanie rádioaktivity v hermetickom priestore.

Cesta bezpečného odstavenia (CBO) bola stanovená pre 3. blok (výsledky sú plne aplikovateľné aj na 4. blok) pre každý z dvoch prevádzkových režimov elektrárne, o ktorých sa predpokladá, že zahŕňajú všetky prevádzkové režimy elektrárne (t.j., plný výkon a režim s otvoreným reaktorom).

Rezerva elektrárne voči definovaným externým rizikám zodpovedá rezerve najzraniteľnejších prvkov zahrnutých do CBO, keďže sa predpokladá, že strata jedného prvku v zozname CBO vyvolá stratu celej CBO.

Je potrebné zdôrazniť, že tento prístup je konzervatívny, pretože:

- zvolená CBO nie je vo všeobecnosti kombináciou KSK, ktoré majú najvyššiu odolnosť voči špecifickému riziku; v tomto zmysle je potrebné vypočítanú rezervu považovať skôr za dolnú hranicu odolnosti JE voči uvažovanému riziku;
- stratu jedného prvku CBO možno vo všeobecnosti zmierniť správnymi zásahmi operátora, ktoré však nie sú posudzované v tejto analýze.

Do CBO sú zahrnuté aktívne/pasívne komponenty: okrem toho, aj keď potrubie nie je zahrnuté do zoznamu CBO, ide o to, aby odolnosť potrubí, na ktorých sú nainštalované prvky CBO (napríklad ventily, čerpadlá, nádrže, atď.) boli pri analýzach riadne zohľadnené.

CBO bola definovaná na základe týchto hlavných kritérií:

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 68 z 72 Sheet of

- CBO bola určená ako podmnožina dostupných zariadení na uvedenie bloku do stavu studeného odstavenia po zemetrasení. Takže všetky prvky CBO sú seizmicky kvalifikované;
- v analýze je zohľadnený celý primárny okruh (t.j. šesť slučiek), a teda v zozname CBO sa počíta aj so všetkými ventilmi, ktoré sú potrebné na izolovanie primárneho okruhu po zemetrasení (s nižšie uvedenými výnimkami), hoci len dve základné slučky sa považujú za funkčné na odvod tepla (t.j. cez havarijnú napájaciu vodu + odľahčovací ventily PG). Boli zvolené slučky 1 a 6, pretože kompenzátor objemu je pripojený k slučke 1;
- potrubia s priemerom ≤ 25 mm (t.j. vrátane všetkých impulzných trubiek a malých spojov primárnych slučiek) sa nepovažujú za kritické, a preto nie sú v analýzach posudzované;
- elektrické zariadenia, ktoré sa brali do úvahy v analýzach, pozostávajú z týchto (seizmicky kvalifikovaných) bezpečnostne dôležitých komponentov:
 - rozvádzače;
 - akumulátory spolu s usmerňovačmi a prevodníkmi;
 - transformátory 6/0,42 kV.
- Káble (spolu so seizmicky kvalifikovanými káblovými lávkami) a ističe nie sú v analýze uvažované, pretože nie sú považované za kritické.
- SKR zariadenia, ktoré sú zohľadnené v analýzach, zahŕňajú všetky seizmicky kvalifikované skrine a seizmicky odolné panely blokovej dozorne/havarijnej dozorne (hoci v zásade nie všetky skrine musia byť zahrnuté do CBO);
- čo sa týka elektrickej časti, káble SKR (spolu s káblovými lávkami) nie sú v analýze uvažované, pretože nie sú považované za kritické;
- stavebné objekty, v ktorých sa nachádzajú prvky CBO, sú v analýzach zohľadnené.
- V analýze rezerv nie sú KSK so seizmickou kategóriou „2a“ zahrnuté do CBO, a to z týchto dôvodov:
 - v skutočnosti je ich kvalifikácia 2a namiesto 2b založená čisto na dôvodoch usporiadania (t.j. novej interakcie so zariadeniami kategórie 1 po zemetrasení). Hoci sa predbežná kategorizácia zariadení elektrárne do seizmických kategórií vykonala v rámci revízie úvodného projektu, očakáva sa, že pred dokončením stavebných činností sa táto kategorizácia môže podstatne zmeniť;
 - vo vykonávanom projekte sa však pre tieto systémy/komponenty nemusí robiť vo všeobecnosti žiadny výpočet na posúdenie presných seizmických rezerv, keďže ich funkčnosť sa po zemetrasení nevyžaduje;
 - posúdenie rezerv na eliminovanie rizík seizmických interakcií sa bude realizovať tiež v budúcich etapách výstavby, a preto by posúdenie v tejto etape malo byť iba čiastočné a s malým praktickým efektom.

Po definovaní CBO boli rezervy každého prvku CBO, ktoré má pre scenáre nadprojektových udalostí, definované na základe dokumentácie vykonávacieho projektu, ktorá je aktuálne

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 69 z 72 Sheet of

k dispozícii v MO34 a/alebo na základe aplikovateľnej referenčnej dokumentácie. Na tento účel sa predpokladá ďalej uvedená hierarchia v príslušnej zdrojovej projektovej dokumentácii (plánuje sa, že informácie sa budú vyhľadávať len od určitej úrovne, ak takéto informácie nie sú dostupné na vyššie uvedených úrovniach):

1. Schválená dokumentácia vykonávacieho projektu MO34;
2. Schválená dokumentácia úvodného projektu MO34 a Predprevádzková bezpečnostná správa MO34;
3. Dokumentácia MO34, ktorá sa vypracováva v rámci projektu dostavby MO34 (havarijné prevádzkové postupy MO34, PSA L1 MO34);
4. Projektová a licenčná dokumentácia EMO12.

V nasledujúcich častiach bude zhrnutý prístup prijatý pre hodnotenie rezerv pre každý nadprojektový scenár a pre nasledovné triedy KSK:

1. stavebné objekty;
2. strojové zariadenia;
3. elektrické zariadenia;
4. SKR zariadenia.

8.1 ZEMETRASENIE

8.1.1 STAVEBNÉ OBJEKTY

Pôvodné projektové zemetrasenie uvažované pre Mochovce 3 a 4 (ako aj pre Mochovce 1 a 2) je spojené s $PGA = 0,06g$: pri udeľovaní predĺženia stavebného povolenia pre MO34, ÚJD stanovil zrevidovanú úroveň zemetrasenia (RLE) pre existujúce stavebné objekty so seizmickou kvalifikáciou s $PGA = 0,15g$ (pozri list ÚJD 1427/571/320-196/2005H zo 14.7.2005). Konštrukčnými analýzami, ktoré sa vykonali v rámci Úvodného projektu (ÚP), sa overila zmena kvalifikácie týchto stavebných konštrukcií na RLE požadované ÚJD, ktoré odvtedy predstavujú minimálnu rezervu existujúcu vo vzťahu k projektovej hodnote. Presnejšie hodnotenie konečnej odolnosti stavebných konštrukcií by vyžadovalo elasticko-plastické analýzy, ktoré nie sú k dispozícii.

8.1.2 STROJOVÉ ZARIADENIE

Správy z výpočtov záťažových skúšok pre seizmicky kvalifikované systémy sa vypracúvajú tak, aby každá správa vo svojich výstupoch predstavovala minimálnu seizmickú hodnotu s vysokou spoľahlivosťou nízkej pravdepodobnosti poruchy (HCLPF) pre hodnotenú vetvu(y).

HCLPF je konzervatívne vyjadrenie kapacity, čo jednoducho povedané zodpovedá úrovni zemetrasenia, pri ktorej je s vysokou istotou mimoriadne nepravdepodobné, že by nastala porucha komponentu (NUREG CR-4334). Táto hodnota HCLPF je matematicky vyjadrené rozdelenie pravdepodobnosti definované s 95 % istotou a 5 % pravdepodobnosťou poruchy.

Hodnotenie HCLPF sa zakladalo hlavne na správach o záťažových skúškach pre rozličné komponenty/potrubné trasy. Definícia a následne aj výpočet HCLPF sa uskutočnili na základe

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4		Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4		REV. 01 31.10.11
			Strana Sheet 70 z of 72

prístupu CDFM (Konzervatívna deterministická rezerva do zlyhania), ako je popísané v EPRI NP-6041-M. Použil sa tento vzorec:

$$HCLPF = \frac{C - D_{NS}}{D_S} SME$$

Kde:

- C je kapacita KSK hodnotená z pohľadu prípustných záťaží podľa špecifikovanej normy;
- D_S je seizmická požiadavka na KSK odhadnutá podľa kritéria CDFM;
- D_{NS} je súčasná neseizmická požiadavka na všetky neseizmické zaťaženia v kombinácii zaťažení;
- SME (seizmická rezerva pri zemetrasení) je seizmický vstup RLE v zmysle PGA (t.j., 0,15g);

Výpočet HCLPF sa preto urobil v oblasti elasticity. Najmä pri hodnotení kapacity KSK v zmysle prípustných záťaží sa berie do úvahy faktor bezpečnosti vo vzťahu k poddajným alebo konečným záťažiam, ktoré predstavujú rezervu voči poddajnosti alebo poruche posudzovaného systému/ komponentu.

Ďalej sa predpokladá, že pre potrubia a podporné konštrukcie by sa zvyčajne mohla akceptovať plastická deformácia, a teda by sa mal pridať faktor absorpcie neelastickej energie.

8.1.3 ELEKTRICKÉ ZARIADENIE

Elektrické zariadenia definované v CBO sú kvalifikované buď skúškami alebo analýzami:

- Pre komponenty kvalifikované skúškou sa stanovili rezervy porovnaním vyhladených spektier odozvy podlahy (FRS) na podlahe, na ktorej sa zariadenie nachádza, so skúšobnými spektrami odozvy (TRS). Porovnanie sa vykonalo pre všetky tri osi – x, y, z. Pomer medzi dvoma spektrami sa posudzoval pre každú frekvenciu a minimálny pomer sa považoval za dostupnú rezervu.
- Pre komponenty kvalifikované analýzou sa rezerva vyhodnotila priamo pomocou vypočítaného HCLPF.

8.1.4 SKR ZARIADENIE

Zariadenia SKR stanovené v CBO sú kvalifikované skúškami. Aby bolo možné vyhodnotiť rezervy, TRS sa porovnali so spektrom odozvy vyhladených spektier podlahy (FRS), na ktorej sa skutočne nachádza skriňa v rámci elektrárne. Minimálny pomer medzi spektrami sa uvažoval pre každú os a každú frekvenciu. Ako rezerva sa potom zobrala minimálna hodnota z troch osí.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu Document no. PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 71 z Sheet of 72

8.2 ZÁPLAVA

8.2.1 STAVEBNÉ OBJEKTY

Tento scenár nie je aplikovateľný na stavebné objekty: neočakávajú sa žiadne následky záplavy pre stavebné objekty, ale len pre technologické zariadenia, ktoré sú v nich inštalované.

8.2.2 MECHANICKÉ/ELEKTRICKÉ/SKR ZARIADENIE

Analýza sa vykonáva len pre stavebné objekty (SO), v ktorých sú nainštalované prvky CBO a ktorých podlaha prízemí je v najnižšej absolútnej výške, ktoré sa potom hodnotia ako najzraniteľnejšie dôležité SO (pretože v záťažových skúškach sú postulované progresívne sa zvyšujúce úrovne zaplavenia začínajúc od najnižšej úrovne v areáli).

V analýze sa predpokladá, že:

- ak zaplavenie dosiahne úroveň miestnosti, v ktorej je inštalovaný aktívny komponent CBO, tento komponent zlyhá, ak nie sú k dispozícii hydraulické ochrany;
- ak zaplavenie dosiahne úroveň podlahy miestnosti, v ktorej je inštalované elektrické zariadenie (vyššie opísané), ktoré zabezpečuje napájanie aktívneho komponentu CBO, tento komponent zlyhá, ak nie sú k dispozícii hydraulické ochrany;
- bezpečnostne dôležité skrine SKR a panely blokovej dozorne/havarijnej dozorne sú inštalované na úrovni + 9,6 m v SO 806/1-03, 04 a SO 805/1-02. Z tohto dôvodu sa predpokladá, že nenastane žiadna strata aktívneho komponentu CBO zaplavením v dôsledku straty bezpečnostného ovládania SKR.

Pre identifikované SO boli analyzované nasledujúce otázky:

- prítomnosť hydraulických ochrán na dverách miestnosti;
- charakteristiky dverí;
- prítomnosť záplavových trás, ktoré by mohli obtekať tieto ochrany.

V prípade potreby sa hodnotí druhý krok, či sú potrebné podrobnejšie posúdenia (napríklad analýza presnej úrovne komponentu CBO vo vnútri miestnosti).

Káble a pasívne komponenty (napríklad potrubia) majú významnú odolnosť voči záplave a teda nemusia byť ďalej v analýzach vzaté do úvahy.

8.3 EXTRÉMNE PRÍRODNÉ PODMIENKY

8.3.1 SNEHOVÉ ZRÁŽKY

Podľa pôvodnej analýzy rizík sa snehová záťaž pre JE MO34 posudzovala v súlade so slovenskou normou STN 730035:1986 (návrátová perióda 10^2 rokov) a ruskou normou PIN AE-5.6 (návrátová perióda 10^4 rokov). Získali sa tieto hodnoty:

- návrátová perióda 10^2 rokov: $0,7 \text{ kN/m}^2$;
- návrátová perióda 10^4 rokov: $1,4 \text{ kN/m}^2$.

 	JE MOCHOVCE/MOCHOVCE NPP 3. a 4. blok/Unit 3 and 4	Číslo dokumentu <i>Document no.</i> PNM34082692
	Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4	REV. 01 31.10.11 Strana 72 z 72 <i>Sheet of</i>

Prvá hodnota sa považovala za projektovú snehovú záťaž elektrárne v čase výstavby, a druhá je nadprojektová hodnota, na ktorú boli overené všetky budovy 1. a 2. seizmickej kategórie v rámci revízie úvodného projektu v rokoch 2006 – 2008.

Súčasná slovenská norma pre hodnotenie snehovej záťaže je STN EN 1991-1-3. Nové hodnotenie projektovej snehovej záťaže sa vykoná podľa aktualizovanej slovenskej normy, pričom bezpečnostná rezerva elektrárne je kvantifikovaná ako:

- rezerva medzi projektovou snehovou záťažou elektrárne v čase výstavby a snehovou záťažou, na ktorú boli konštrukcie overené;
- rezerva medzi vyhodnotenou snehovou záťažou podľa STN EN 1991-1-3 a záťažou, na ktorú bola konštrukcia overená.

8.3.2 PRIAMY A VÍRIVÝ VIETOR

8.3.2.1 PRIAMY VIETOR

Konštrukcie MO34 1. a 2. seizmickej triedy boli naprojektované na veternú záťaž rovnajúcu sa $0,64 \text{ kN/m}^2$ a boli potvrdené na veternú záťaž $1,127 \text{ kN/m}^2$. Podľa STN 730035:1986 tieto hodnoty zodpovedajú rýchlosti vetra, ktorá sa rovná $38,89 \text{ m/s}$, resp. $54,47 \text{ m/s}$.

Rezerva bude zodpovedať pomeru medzi projektovou rýchlosťou vetra a rýchlosťou vetra, na ktorú boli konštrukcie overené.

8.3.2.2 VÍRIVÉ VETRY

Aktualizovaná analýza rizika, ktorá sa vykonala v roku 2010 ukázala, že pre lokalitu Mochoviec sa musia brať do úvahy len tornáda triedy F0 a F1 (s predpokladanou početnosťou výskytu v rozpätí 10^{-4} - 10^{-5} r⁻¹). Také tornáda majú rovnaké rýchlosti ako priamy vietor až do 50 m/s, čo je menej, ako rýchlosť spojená s extrémnymi veternými záťažami, a preto sú rezervy vyššie ako tie, ktoré sú spojené s extrémnymi priamymi vetrami.

8.3.3 EXTRÉMNE TEPLOTY

Pre projekt Mochoviec 3 a 4 boli stanovené projektové extrémne vonkajšie teploty.

Z tohto dôvodu je všetko technologické zariadenie KSK, ktoré môže byť ovplyvnené extrémnymi vonkajšími teplotami, naprojektované tak, aby spĺňalo tieto podmienky:

- I. vonkajšia teplota = -30°C počas obdobia 7 dní;
- II. vonkajšia teplota = $+38^{\circ}\text{C}$ počas obdobia 7 dní;
- III. vonkajšia teplota = $-44,2^{\circ}\text{C}$ počas obdobia 6 hodín;
- IV. vonkajšia teplota = $+43,8^{\circ}\text{C}$ počas obdobia 6 hodín;

(stavebné objekty sa vzhľadom na ich veľkú tepelnú inerciu nepokladali za citlivé prvky, a preto sa v analýzach nebrali do úvahy).

Rezervy sa vyhodnotili berúc do úvahy rezervu medzi aktualizovanou analýzou rizika (2010) pre maximálne/ minimálne teploty v trvaní 6 hodín a 7 dní, ktoré sú spojené s návratovou periódou 10^4 rokov, a vyššie uvedené hodnoty.