



JE Mochovce
NPP Mochovce

Označenie/: 6-SPR/012
Designation

Vydanie č./: 01
Edition No.

Číslo kópie/:
Copy number

--

6-SPR/012

FINÁLNA SPRÁVA ZO STRES TESTOV EMO1,2/ FINAL STRESS TEST REPORT EMO1,2

SCHVAĽOVACÍ LIST / APPROVAL LIST

Funkcia/Position	Meno/Name	Podpis/Signature	Dátum/Date
Spracovateľ/Prepared by			
Funkcia	Meno: Meno:		
Kontroloval/Checked by			
Funkcia:	Meno: [REDACTED]		
Odsúhlasil/Approved by			
Funkcia: Riaditeľ inžinieringu	Meno: [REDACTED]		

OBSAH

1.	VŠEOBECNÉ ÚDAJE O LOKALITE / ELEKTRÁRNI	17
1.1.	POPIS A CHARAKTERISTIKY LOKALITY	18
1.2.	HLAVNÉ CHARAKTERISTIKY KAŽDÉHO JADROVÉHO BLOKU	22
1.3.	SYSTÉMY NA ZABEZPEČENIE PLNENIA HLAVNÝCH BEZPEČNOSTNÝCH FUNKCIÍ	27
1.3.1.	Riadenie reaktivity	29
1.3.2.	Odvod tepla z AZ do UHS.	34
1.3.2.1.	Všetky existujúce systémy/ reťazce používané pre odvod tepla z reaktora do primárneho recipientu (morská voda) a do sekundárnych recipientov (atmosféra ,) vo jednotlivých režimoch bloku s odstaveným reaktorom (R3-R6), pri horúcom odstavení, pri studenom odstavení, pri studenom odstavení s roztesnením	34
1.3.2.2.	Priestorové rozloženie trás pre prenos tepla: trasy redundantných a diverzných potrubí odvodu tepla a umiestnenie hlavného zariadenia. Fyzická ochrana zariadenia proti vnútorným a vonkajším ohrozeniam.	35
1.3.2.3.	Možné časové obmedzenia pre dostupnosť jednotlivých trás odvodu tepla, a možnosti predĺženia časov ich použiteľnosti využitím vonkajších opatrení (napr. spotrebovanie vody v zásobných nádržiach a možnosti ich doplnenia ich inventáru).	41
1.3.2.4.	Zdroje striedavého napájania a batérie, ktoré by mohli napájať každú trasu (napr.: pohon čerpadiel a armatúr pre účely ovládania systémov)	46
1.3.2.5.	Požiadavky a metódy chladenia zariadenia, ktoré patrí k určitej trase odvodu tepla; špeciálny dôraz by mal byť kladený na verifikáciu skutočnej diversity alternatívnych trás odvodu tepla (napr. chladenie vzduchom, chladenie s vodou zo separátnych zdrojov, potenciálne obmedzenia pre zabezpečenie potrebného chladiva).	46
1.3.3.	Odvod tepla z BSVP do konečného recipientu tepla	48
1.3.3.1.	Všetky existujúce prostriedky/ trasy na odvod tepla z BSVP	48
1.3.3.2.	Príslušné informácie o rozmiestnení, fyzickej ochrane, časových obmedzeniach pre použitie, o napájacích zdrojoch a požiadavkách na chladenie zariadení pojednaných v bode 1.3.2.	49
1.3.4.	Odvod tepla z kontajmentu do konečného recipientu tepla	51
1.3.4.1.	Všetky existujúce systémy/ reťazce používané pre odvod tepla z kontajmentu do primárneho recipientu (atmosféry) a do sekundárnych recipientov (diaľkové vykurovanie)	51
1.3.4.2.	Príslušné informácie o rozmiestnení, [REDAKOVANÉ] časových obmedzeniach pre použitie, o napájacích zdrojoch a požiadavkách na chladenie zariadení pojednaných v bode 1.3.4.	53
1.3.5.	Striedavé zdroje napájania	54
1.3.5.1.	Napájanie zo siete	54
1.3.5.1.1.	Informácie o spoľahlivosti napájania zo siete: historické data minimálne z výpadkov siete, ich trvanie počas prevádzky elektrárne	54
1.3.5.1.2.	Prepojenie elektrárne s vonkajšou sieťou: prenosové linky a potenciálne zemné trasy s ich pripojovacími bodmi, fyzická ochrana a projektové opatrenia proti vnútorným a vonkajším ohrozeniam	54
1.3.5.2.	Elektrické napájanie vlastnej spotreby	56
1.3.5.2.1.	Hlavné káblové trasy a rozvodne	56
1.3.5.2.2.	Rozmiestnenie, umiestnenie a fyzická ochrana proti interným a externým ohrozeniam	57
1.3.5.3.	Hlavné zdroje záložného napájania	58

1.3.5.3.1.	Zdroje napájania vlastnej spotreby ako náhrada pri strate napájania zo siete	58
1.3.5.3.2.	Redundancia, separácia redundantných zdrojov (štruktúrami alebo vzdialenosťou) a ich fyzická ochrana proti interným a externým ohrozeniam.....	60
1.3.5.3.3.	Časové obmedzenie pre dostupnosť týchto zdrojov a externé opatrenia na predĺženie ich použiteľnosti (napr. objem palivových nádrží)	61
1.3.5.4.	Diverzné záložné zdroje napájania permanetne inštalované na lokalite.	61
1.3.5.4.1.	Všetky diverzné zdroje, ktoré môžu byť použité na rovnakú účel ako hlavné záložné zdroje, alebo pre obmedzenejšie špecializované účely (napr. na odvod tepla z reaktora keď primárny okruh je neporušený, na zabezpečenie prevádzky systémov chrániacich integritu kontajneru po roztavení paliva v AZ)	61
1.3.5.4.2.	Príslušné informácie o umiestnení, fyzickej ochrane a časových obmedzeniach zariadení pojednaných v bode 1.3.5.3	62
1.3.5.5.	Ostatné napájacie zdroje, ktoré sú plánované a udržiavané v pohotovosti ako posledný prostriedok pre prevenciu vážnej havárie ohrozujúcej reaktor alebo bazén vyhoreného paliva.	62
1.3.5.5.1.	Potenciálne použiteľné špeciálne prepojenia s vedľajším blokom alebo susednými elektrárnami.	62
1.3.5.5.2.	Možnosti pripojenia mobilných napájacích zdrojov pre napájanie konkrétnych bezpečnostných systémov	62
1.3.5.5.3.	Informácie o každom napájacom zdroji: výkon, napätie a ostatné relevantné obmedzenia	62
1.3.5.5.4.	Príprava pre uvedenie zdroja do prevádzky: potreba špeciálneho personálu, predpisy a výcvik, potrebný čas na pripojenie, zmluvné zabezpečenie, ak vlastníkom nie je držiteľ licencie, zraniteľnosť zdrojov a pripájacích trás externými ohrozeniami a poveternostnými podmienkami, ako aj opatrenia na ich uvedenie do prevádzky vrátane toho kde sú skladované (oboje v súvislosti	62
1.3.6.	Batérie pre jednosmerné napájanie	63
1.3.6.1.	Popis batérií ktoré je možné použiť pre napájanie bezpečnostných spotrebičov: kapacita a čas ich vybitia v jednotlivých prevádzkových situáciách (režimoch)	63
1.3.6.2.	Spotrebiče napájané jednotlivými zostavami batérií: pohony armatúr riadiace systémy, meracie zariadenia a pod.....	65
1.3.6.3.	Fyzické umiestnenie batérií a separácia zostáv, ochrana proti vnútorným a vonkajším ohrozeniam.	65
1.3.6.4.	Alternatívne možnosti pre dobíjanie batérií každej zostavy.....	66
1.4.	VÝZNAMNÉ ROZDIELY MEDZI BLOKMI	67
1.5.	ROZSAH A HLAVNÉ VÝSLEDKY PSA L1 A L2.....	68
2.	ZEMETRASENIE	72
2.1.	ZEMETRASENIE UVAŽOVANÉ V PROJEKTE ELEKTRÁRNE	73
2.1.1.	Zemetrasenie uvažované v projekte elektrárne	73
2.1.1.1.	Charakteristika projektového zemetrasenia (DBE).....	73
2.1.1.2.	Metodológia použitá na hodnotenie projektového zemetrasenia EMO	74
2.1.1.3.	Závery ohľadne adekvátnosti seizmickej projektovej základne	77
2.1.2.	Opatrenia na ochranu elektrárne proti DBE	80
2.1.2.1.	Identifikácia SKK, ktoré sú potrebné pre dosiahnutie bezpečného odstavenia	80
2.1.2.2.	Hlavné náhradné prevádzkové postupy v prípade závad.....	82
2.1.2.3.	Ochrana proti nepriamym dôsledkom zemetrasenia	82
2.1.2.3.1.	Hodnotenie potenciálnych zlyhaní ťažkých štruktúr, tlakových zariadení, rotačných zariadení, alebo systémov obsahujúcich veľké množstvo vody ktoré nie sú projektované ako odolné proti DBE a ktoré by mohli ohroziť prenos tepla do konečného recipientu mechanickou interakciou alebo vyvolaním vnútornej záplavy.	83
2.1.2.3.2.	Strata externého napájania, ktorá by mohla zhoršiť dopad seizmicky vyvolaných interných zlyhaní v JE	84
2.1.2.3.3.	Situácia mimo elektrárne, vrátane ohrozenia dostupnosti JE pre personál alebo zdržanie príchodu personálu alebo zariadenia	84

2.1.2.3.4.	Ostatné nepriame dôsledky (požiar, explózia)	84
2.1.3.	Súlad so súčasne platnou licenčnou základňou	85
2.1.3.1.	Organizačné procesy u prevádzkovateľa	85
2.1.3.2.	Organizačné procesy u prevádzkovateľa, ktoré zabezpečujú, že mobilné zariadenia a zásoby, ktoré majú byť podľa plánu k dispozícii po zemetrasení, sú trvale udržiavané v stave pohotovosti.....	85
2.1.3.3.	Potenciálne odchylky od licenčnej bázy a postupy aplikované v podobných situáciách.....	85
2.2.	HODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV	86
2.2.1.	Rozsah intenzity zemetrasenia, vedúceho k ťažkému poškodeniu paliva.....	86
2.2.2.	Rozsah intenzity zemetrasenia, vedúceho k strate integrity kontajneru	86
2.2.3.	Zemetrasenie prevyšujúce projektové zemetrasenie a následná záplava prevyšujúca maximálnu projektovú záplavu.	86
2.2.4.	Potenciálna potreba zvýšiť odolnosť elektrárne proti zemetraseniu	86
3.	ZÁPLAVY	88
3.1.	PROJEKTOVÁ ZÁKLADŇA	89
3.1.1.	Záplava uvažovaná v projekte	89
3.1.1.1.	Charakteristika projektovej záplavy	89
3.1.1.2.	Metodika použitá na odvodenie projektovej záplavy	89
3.1.1.3.	Závery o dostatočnosti ochrany proti externým záplavám.....	96
3.1.2.	Opatrenia na ochranu elektrárne proti projektovým záplavám	98
3.1.2.1.	Identifikácia SKK ktoré sú potrebné pre dosiahnutie a udržiavanie bezpečného odstavenia a sú najviac ohrozené pri zvyšovaní hladiny vody	98
3.1.2.2.	Hlavné projektové a konštrukčné opatrenia na prevenciu dopadov záplav na elektrárne	99
3.1.2.3.	Hlavné prevádzkové opatrenia na prevenciu dopadov záplav na elektrárne.....	99
3.1.2.4.	Situácia mimo elektrárne, vrátane zabránenia dostupnosti alebo zdržania prístupu personálu a zariadenia do elektrárne.....	100
3.1.3.	Súlad elektrárne so súčasne platnou licenčnou základňou	100
3.1.3.1.	Organizačné procesy u prevádzkovateľa, ktoré zabezpečujú, že SKK potrebné pre dosiahnutie a udržiavanie bezpečného odstaveného stavu ako aj systémy a štruktúry projektované ako ochrana proti záplavám, sú udržiavané v bezvadnom stave	100
3.1.3.2.	Organizačné procesy u prevádzkovateľa, ktoré zabezpečujú, že mobilné zariadenia a zásoby, ktoré majú byť podľa plánu k dispozícii pri záplavách, sú trvale udržiavané v stave pohotovosti..	100
3.1.3.3.	Potenciálne odchýlky od licenčnej bázy a postupy aplikované v podobných situáciách.....	100
3.2.	OHODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV	102
3.2.1.	Ohodnotenie bezpečnostných rezerv proti záplavám	102
3.2.2.	Potenciálne zvýšenie odolnosti elektrárne proti záplave	104
3.2.3.	Potenciálne zvýšenie odolnosti elektrárne proti záplave	105
4.	EXTRÉMNE METEOROLOGICKÉ PODMIENKY	107
4.1.	PROJEKTOVÁ ZÁKLADŇA	108

4.1.1.	Prehodnotenie meteorologických podmienok uvažovaných v projekte	109
4.1.1.1.	Overenie meteorologických podmienok, ktoré boli uvažované v projekte SKK: maximálna teplota, minimálna teplota, rôzne typy búrok, prudké dažde, víchrice a pod.,	110
4.1.1.2.	Postulovanie špecifikácií pre extrémne poveternostné podmienky, pokiaľ neboli zahrnuté v pôvodnej projektovej základni	117
4.1.1.3.	Zhodnotenie očakávanej frekvencie vzniku extrémnych podmienok uvažovaných v pôvodnom projekte resp. predefinovaných podmienok	120
4.1.1.4.	Posúdenie možnosti vzniku kombinácií extrémnych poveternostných podmienok.....	120
4.2.	OHODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV	122
4.2.1.	Zhodnotenie bezpečnostných rezerv pri vzniku extrémnych poveternostných podmienok	122
4.2.2.	Potenciálna potreba zvýšiť odolnosť elektrárne proti extrémnym poveternostným podmienkam .	124
5.	STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A KONEČNÉHO ODVODU TEPLA	128
5.1.	JADROVÉ REAKTORY	129
5.1.1.	Strata napájania	129
5.1.1.1.	Strata napájania zo siete	129
5.1.1.1.1.	Projektové opatrenia v tejto situácii: inštalované záložné zdroje, kapacity a pripravenosť ich prevádzky	129
5.1.1.1.2.	Autonómia zdrojov napájania v elektrárni a opatrenia na predĺženie prevádzky striedavých zdrojov	129
5.1.1.2.	Strata napájania zo siete a strata základných náhradných zdrojov striedavého napájania	130
5.1.1.2.1.	Projektové opatrenia: rôzne inštalované striedavé zdroje a/alebo včasné zabezpečenie ďalších striedavých zdrojov, výkon, pripravenosť uviesť ich do prevádzky	130
5.1.1.2.2.	Kapacita batérií, trvanie a možnosti ich dobíjania	130
5.1.1.3.	Strata napájania zo siete a strata základného náhradného zdroja striedavého napájania, strata diverzných zdrojov záložného striedavého napájania	131
5.1.1.3.1.	Kapacita batérií, trvanie a možnosť ich dobíjania v tejto situácii.....	131
5.1.1.3.2.	Predpokladané činnosti na zriadenie striedavého napájania z mobilného zdroja, alebo špeciálneho zdroja mimo JE	131
5.1.1.3.3.	Kompetencia zmenového personálu realizovať potrebné prepojenia a čas potrebný na tieto činnosti. Čas potrebný pre realizáciu prepojení špecialistami	132
5.1.1.3.4.	Čas k dispozícii pre obnovenie striedavého napájania a obnovenie chladenia pred vznikom poškodenia paliva: uvažovať variantné časové intervaly po odstavení reaktora a stratu normálnych podmienok chladenia AZ (napr. strata vody z primárneho okruhu)	132
5.1.2.	Možné opatrenia pre zvýšenie odolnosti elektrárne v prípade straty elektrického napájania.....	138
5.1.3.	Strata konečného recipienta tepla.....	139
5.1.3.1.	Projektové opatrenia na zabránenie straty primárneho konečného recipienta tepla, ako napr. náhradných vpustí morskej vody alebo systémov na zabránenie zablokovania vpustí	140
5.1.3.2.	Strata primárneho konečného recipienta tepla (napr. strata prívodu chladiacej vody z rieky, jazera alebo strata hlavných chladiacich veží)	141
5.1.3.2.1.	Dostupnosť náhradného konečného recipienta tepla	143
5.1.3.2.2.	Možné časové obmedzenia pre pohotovosť náhradného konečného recipienta tepla a posúdenie možnosti predĺžiť čas pohotovosti	144
5.1.3.3.	Strata konečného recipienta tepla a náhradného recipienta tepla	144
5.1.3.3.2.	Predpokladané externé akcie na prevenciu degradácie paliva	149
5.1.3.3.3.	Čas k dispozícii pre obnovenie jedného z konečných recipientov tepla iniciáciou činností smerujúcich k obnoveniu chladenia pred poškodením paliva: uvažovať situácie s rôznym oneskorením od odstavenia reaktora do straty normálneho režimu odvodu tepla (napr. začiatok straty chladiča z primárneho okruhu).	149

5.1.3.4.	Strata primárneho konečného recipienta tepla kombinovaná s SBO (t.j. strata napájania zo siete a strata havarijných zdrojov striedavého napájania).....	150
5.1.3.4.1.	Doba autonómie lokality pred začiatkom úniku vody z primárneho okruhu.	150
5.1.3.4.2.	Externé činnosti smerujúce k prevencii poškodenia paliva.	150
5.1.4.	Možné opatrenia smerujúce k zvýšeniu odolnosti elektrárne v prípade straty konečného recipienta tepla.....	150
5.2.	BAZÉN SKLADOVANIA VYHORENÉHO PALIVA	151
5.2.1.	Strata elektrického napájania	151
5.2.2.	Možné opatrenia smerujúce k zvýšeniu odolnosti elektrárne v prípade straty elektrického napájania.....	152
5.2.3.	Strata konečného recipienta tepla.....	153
5.2.4.	Možné opatrenia smerujúce k zvýšeniu odolnosti elektrárne v prípade straty konečného recipienta tepla.....	155
5.2.5.	Strata primárneho konečného recipienta tepla kombinovaná s SBO (t.j. strata napájania zo siete a strata havarijných zdrojov striedavého napájania).	155
6.	RIADENIE ŤAŽKÝCH HAVÁRIÍ	156
6.1.	ORGANIZÁCIA A PRAVIDLÁ PRE RIADENIE HAVÁRIÍ ZAVEDENÉ U PREVÁDZKOVATEĽA.....	157
6.1.1.2.	Obsadenie zmien a riadenie zmien počas normálnej prevádzky.....	159
6.1.1.3.	Plány na posilnenie organizácie havarijnej odozvy v lokalite pre riadenie havárií.....	160
6.1.1.4.	Opatrenia umožňujúce optimálne zásahy personálu.....	162
6.1.1.5.	Využívanie externej technickej podpory	168
6.1.1.6.	Predpisy, výcvik a cvičenia.....	169
6.1.2.	Možnosti využívať existujúce zariadenie.....	170
6.1.2.1.	Opatrenia umožňujúce používať mobilné zariadenia (disponovanie s takýmito zariadeniami, čas potrebný na ich inštaláciu a na ich uvedenie do prevádzky).....	170
6.1.2.2.	Opatrenia a riadenie zásob médií (palivo pre DG a pod.)	171
6.1.2.3.	Riadenie rádioaktívnych výpustí, opatrenia na ich obmedzenie.....	171
6.1.2.4.	Komunikácia a informačné systémy (interné a externé).....	172
6.1.3.	Posúdenie faktorov, ktoré by mohli negatívne ovplyvniť AM a príslušné náhradné opatrenia	173
6.1.3.1.	Významná deštrukcia infraštruktúry alebo zaplavenie znemožňujúce dostupnosť.....	173
6.1.3.2.	Strata komunikačných zariadení/ systémov	174
6.1.3.3.	Negatívny vplyv vysokých lokálnych dávok, rádioaktívnej kontaminácie a deštrukcie niektorých zariadení na vykonateľnosť činností.....	175
6.1.3.4.	Dopady na dostupnosť a obývateľnosť hlavnej a núdzovej BD, opatrenia na prevenciu alebo riadenie takejto situácie.....	175
6.1.3.5.	Dopady na rôzne objekty využívané krízovým tímom alebo potrebným pre riadenie havárie	176
6.1.3.6.	Realizovateľnosť a efektívnosť opatrení AM v podmienkach extrémnych externých udalostí (zemetrasenie, záplavy).....	176
6.1.3.7.	Neprevádzkyschopnosť zdrojov napájania.....	176
6.1.3.8.	Potenciálne zlyhania prístrojového vybavenia.....	176

6.1.3.9.	Potenciálne vplyvy susedných zariadení v lokalite	177
6.1.4.	Možné opatrenia na zlepšenie schopnosti riadenia havárií	177
6.2.	ZACHOVANIE INTEGRITY KONTAJNMENTU PO VZNIKU VÝZNAMNÉHO POŠKODENIA PALIVA V AZ (AŽ DO JEJ ROZTAVENIA)	178
6.2.1.	Prevencia poškodenia/ roztavenia paliva pri vysokom tlaku v PO	178
6.2.1.1.	Projektové opatrenia	178
6.2.1.2.	Prevádzkové opatrenia	178
6.2.2.	Riadenie rizika súvisiaceho s vodíkom v kontajnmente	179
6.2.2.1.	Projektové opatrenia, vrátane posúdenia dostatočnosti vzhľadom na rýchlosť tvorby vodíka a jeho množstvo	179
6.2.2.2.	Prevádzkové opatrenia	180
6.2.3.	Prevencia vzniku pretlaku v kontajnmente	180
6.2.3.1.	Projektové opatrenia, vrátane prostriedkov na obmedzenie radiačných únikov, pokiaľ prevencia pretlaku vyžaduje venting plynu/ pary z kontajnmentu	180
6.2.3.2.	Prevádzkové a organizačné opatrenia	181
6.2.4.	Prevencia obnovenia kritického stavu	181
6.2.4.1.	Projektové opatrenia	182
6.2.5.	Prevencia pretavenia základovej dosky	182
6.2.5.1.	Potenciálne projektové riešenia umožňujúce zadržať taveninu v TNR	182
6.2.5.2.	Možné opatrenia umožňujúce chladenie kória vnútri kontajnmentu po zlyhaní TNR	184
6.2.5.3.	Cliff edge efekty v časovom intervale medzi odstavením reaktora a roztavením AZ	184
6.2.6.	Potreba dodávky striedavého elektrického napájania a jednosmerného napájania a tlakového vzduchu pre zariadenia využívané pre ochranu integrity kontajnmentu	185
6.2.6.1.	Projektové opatrenia	185
6.2.7.	Meracia a riadiaca inštrumentácia potrebná pre ochranu integrity kontajnmentu	185
6.2.8.	Možné opatrenia na zvýšenie schopnosti udržiavať integritu kontajnmentu po vzniku ťažkého poškodenia paliva v AZ	186
6.3.	OPATRENIA AM SMERUJÚCE K OBMEDZENIU RA ÚNIKOV	187
6.3.1.	Ra úniky po strate integrity kontajnmentu	187
6.3.1.1.	Projektové opatrenia	187
6.3.2.	Činnosti AM po odhalení vrchných častí palivových kaziet uložených v BSVP	187
6.3.2.1.	Riadenie vodíka	187
6.3.2.2.	Zabezpečenie dostatočného tienenia proti radiácii	188
6.3.2.3.	Obmedzovanie RA únikov po ťažkom poškodení paliva v BSVP	188
6.3.2.4.	Inštrumentácia potrebná pre monitorovanie stavu paliva uloženého v BSVP a pre riadenie havárie v BSVP	188
6.3.2.5.	Dostupnosť a obývatelnosť BD	188
6.3.3.	Možné opatrenia smerujúce k zlepšeniu schopnosti obmedziť RA úniky	188
7.	SUMÁRNE ZHODNOTENIE	190

8.	IDENTIFIKOVANÉ OBLASTI PRE ZLEPŠENIE A PLÁN IMPLEMENTÁCIE NÁPRAVNÝCH OPATRENÍ A ANALÝZ.....	195
9.	PRÍLOHA	200

Tab. 1.2.1- 1.:	Uvedenie do prevádzky	24
Tab. 4.1.1- 2.:	Priemerné početnosti atmosférických javov (v dňoch), Mochovce (1981 – 1996)	108
Tab. 4.1.1- 3.:	Priemerné a maximálne hodnoty ovplyvnenia meteorologických parametrov Mochovce.....	109
Tab. 4.1.1- 4.:	Extrémne teploty v lokalite Mochoviec	111
Tab. 4.1.1- 5.:	Požiadavky na vodu čerpanú z rieky Hron	114
Tab. 4.1.1- 6.:	Snehová záťaž lokality Mochoviec	115
Tab. 4.1.1- 7.:	Tabuľka vyhodnotených hodnôt extrémneho vetra lokality Mochoviec.....	117
Tab. 4.1.1- 8.:	Záťaž vetrom.....	117
Tab. 5.1.3- 9.:	Odvod tepla z AZ, kontajmentu, BSVP:.....	139
Tab. 5.1.3- 10.:	Čas k dispozícii pre obnovenie jedného z konečných recipientov tepla	149
Tab. 5.2.1- 11.:	Časy bez zásahu personálu	152
Tab. 5.2.3- 12.:	Čas do varu BS.....	154
Tab. 5.2.3- 13.:	Výsledné časy bez zásahu personálu	154
Tab. 5.2.3- 14.:	Výsledné časy so zásahom personálu predĺženie času bez zásahu o :	154

Obr. 1.1.1- 1.:	Širšie okolie EMO – zdroje vody.....	19
Obr. 1.1.1- 2.:	Základná mapa závodu	21
Obr. 1.2.1- 3.:	Technologická schéma JE EMO1,2	23
Obr. 1.2.1- 4.:	Výškové rozmiestnenie BSVP	25
Obr. 1.3.5- 5.:	Začlenenie JE EMO12 do elektrizačnej sústavy Slovenska http://www.sepsas.sk/seps	55
Obr. 1.3.5- 6.:	Systém zaisteného napájania II. kategórie.....	59
Obr. 1.3.5- 7.:	Systém zaisteného napájania II. kategórie.....	60
Obr. 1.3.6- 8.:	Systém zaisteného napájania II. kategórie.....	64
Obr. 2.1.1- 9.:	Geologická mapa.....	76
Obr. 2.1.1- 10.:	Rozmiestnenie seizmických monitorovacích staníc	79
Obr. 6.1.1- 11.:	Národná organizácia havarijnej odozvy SR	157
Obr. 6.1.1- 12.:	Mapa oblasti ohrozenia JZ-EMO s vyznačenými pásmami a evakuačnými trasami.	158
Obr. 6.1.1- 13.:	Štruktúra základnej zmeny EMO1,2.....	160
Obr. 6.1.1- 14.:	Havarijná odozva	161

Graf 1.5.1- 1.:	Príspevky iniciačných udalostí k frekvencii poškodenia AZ pre výkonovú prevádzku.....	69
Graf 1.5.1- 2.:	Príspevky iniciačných udalostí k frekvencii poškodenia AZ pre odstavený blok na VP	70
Graf 2.1.1- 1.:	Postupnosť zvyšovania hodnoty seizmického ohrozenia lokality EMO	78
Graf 3.2.1- 1.:	Predikcia časových rezerv do ohrozenia havarijných čerpadiel záplavou	103
Graf 4.1.1- 1.:	Ročný priebeh denných priemerných teplôt vzduchu	111
Graf 4.1.1- 2.:	Početnosť výskytu smerov vetra a priemerná rýchlosť vetra podľa nariadení.....	116

Graf 5.1.1- 1.: Priebeh teploty na výstupe AZ počas SBO.....134

Graf 5.1.3- 1.: Časová rezerva do poškodenia paliva pri strate UHS v dôsledku straty TVD 8,3 dňa.....146

SKRATKY

AM	Riadenie havárie	ESTE	SW Prognostický a klasifikačný nástroj
AZ	Aktívna zóna	F&B	Feed and bleed
AZR	Automatický zások rezervy	FMTIR	Federálne ministerstvo technického a investičného rozvoja
BD	Bloková dozorňa	FO	Fyzická ochrana
BO	Bezpečnostné opatrenia	FRS	Podlažné spektrum odozvy
BPP	Budova pomocných prevádzok	GFÚ SAV	Geofyzikálny ústav slovenskej akadémie vied
BS	Bezpečnostná správa	GIP	Metóda odbornej obhliadkovej inšpekcie za účelom určenia HCLPF
BSVP	Bazén skladovania a vyhorelého paliva	GRS	Spektrum odozvy na úrovni terénu
CAS	Cisternová automobilová striekačka	H3BO3	Kyselina boritá
CČS	Centrálňa čerpacia stanica	HA	Hydroakumulátory
CDF	Frekvencia poškodenia aktívnej zóny	HaZZ	Hasičský a záchranný zbor
CDFM	Metóda pre určenie hraničnej seizmickej odolnosti	HCČ	Hlavné cirkulačné čerpadlo
CO	Civilná ochrana	HCLPF	Hraničná seizmická odolnosť konštrukcie, systému a komponentu v existujúcom stave
CQC	Kompletná kvadratická kombinácia	HDR	Hlavná deliaca rovina
CV	Cirkulačná voda	HK	Havarijná komisia
ČS	Čerpacia stanica	HK	Hlavný kondenzátor
ČSKAE	Československá komisia pre atómovú energiu	HNČ	Havarijné napájacie čerpadlo
ČSN	Československá štátna norma	HO	Havarijné opatrenia
ČTVD	Čerpadlá technickej vody dôležitej	HP	Havarijné postupy
DEMI	Demineralizovaná voda	HPP	Havarijné plánovanie a pripravenosť
DG	Diesel generátor	HRS	Havarijné riadiace stredisko
DGS	Diesel generátorová stanica	HSCHAZ	Havarijný systém chladenia aktívnej zóny
DRK	Dozorňa radiačnej kontroly	HVB	Hlavný výrobný blok
EBO	Elektrárne Bohunice	HZ	Hermetická zóna
EBO3,4	Jadrová elektráreň Bohunice 3. a 4. blok	CHUV	Chemická úprava vody
EDU	Elektrárne Dukovany	IAEA	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
EMO	Elektrárne Mochovce	INPO	Inštitút prevádzkovateľov jadrových elektrární
EMO1,2	Jadrová elektráreň Mochovce 1. a 2. blok	IS	Informačné stredisko
EOKO	Elektrické ohrievače kompenzátora objemu	ISM	Integrovaný systém manažérstva
EQUIS	Spoločnosť pre ekologický a geologický prieskum	IU	Iniciačná udalosť

JB	Jadrová bezpečnosť	OVKO	Odľhčovací ventil kompenzátora objemu
JE	Jadrová elektrárň		
JE V-2	Jadrová elektrárň V2	PG	Parogenerátor
JMN	Systém sprchovania kontajneru	PGA	Špičkové zrýchlenie na úrovni terénu
JMP	Systém barbotážnych žlabov	PIO	Prostriedky individuálnej ochrany
JNG	NT havarijný systém	PK	Palivová kazeta
JZ	Jadrové zariadenie	PO	Primárny okruh
KJ	Kálium jodid	POS	Plant operational state
KO	Kompenzátor objemu	PSA	Pravdepodobnostné hodnotenie jadrovej bezpečnosti
KP	Kontrolované pásmo		
LERF	Veľké skoré úniky rádioaktívnych látok	PSHA	Pravdepodobnostné hodnotenie seizmického ohrozenia
L'F	Ľudský faktor	PSK	Prepúšťacia stanica do kondenzátora
LOCA	Havária so stratou chladiva		
LPS	Predpisy pre likvidáciu poruchových stavov	PVKO	Poistný ventil kompenzátora objemu
		PVPG	Poistný ventil PG
LRKO	Laboratória radiačnej kontroly okolia	PZ	Policajný zbor
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu	R	Režim
		RAO	Rádioaktívne odpady
MLVH	Ministerstvo lesného a vodného hospodárstva	RB	Reaktorový blok
MS	Monitorovacie stredisko	RC FO	Riadiace centrum fyzickej ochrany
MSK64	Stupnica na hodnotenie intenzity zemetrasenia	Re	Reaktor
		RHR	Odvod zvyškového tepla
MSVP	Medzisklad vyhorelého paliva	RK	Radiačná kontrola
MV SR	Ministerstvo vnútra SR	RLE	Kontrolná úroveň zemetrasenia
ND	Núdzová dozorná	RS	Ťažké havárie
NN	Napájacia nádrž	RSMAM	metóda spektier odozvy
NNK	Nádrž nečistého kondenzátu	S.O.	Sekundárny okruh
Nnom	Nominálny výkon	SAM	Ťažké havárie
NRC	Národný úrad pre jadrovú energiu	SAMG	Predpisy pre riadenie ťažkých havárii
NT	Nízkotlakový		
NV	Napájacia voda	SBO	Úplná strata napájania vlastnej spotreby, (station black-out)
NV PG	Napájacia voda do PG	SE, a.s.	Slovenské elektrárne
OHO	Organizácia havarijnej odozvy	SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
OPO	Operátor primárneho okruhu		
OSO	Operátor sekundárneho okruhu	SHN	Super havarijné napájanie
OTP	Operatívne technický personál	SHNČ	Superhavarijné napájacie čerpadlo
OTPB	Operatívne technický personál blokového dozoru	SKK	Systémy, konštrukcie a komponenty

SKR	Systém kontroly a riadenia	VE	Vodná elektrárň
SL2	Seizmická úroveň 2 (MAAE)	VHP	Vnútný havarijný plán
SLOP	Stredisko logistickej podpory	VCHV	Ventilátorové chladiace veže
SMA	Postup pre určenie hraničnej seizmickej odolnosti	VP	Výmena paliva
SME	Zemetrasenie na hranici seizmickej odolnosti	VRB	Vedúci reaktorového bloku
SMS	Seizmický monitorovací systém	VS	Vlastná spotreba
SO	Stavebný objekt	VT	Vysokotlakový
SOER	Významné prevádzkové hlásenia WANO	VUC	Vyšší územný celok
SORNS	Predpisy pre núdzové stavy	VÚJE	Výskumný ústav jadrových elektrární
SORR	Systém ochrany riadenia reaktora	WANO	Združenie prevádzkovateľov jadrových elektrární
SPSA	Pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti pre odstavený reaktor	ZČ	Zdrojový člen
SR	Slovenská republika	ZHRS	Záložné havarijné a riadiace stredisko
SRSS	Odmocnina zo súčtu štvorcov	ZHÚ	Závodný hasičský útvar
SSEL	Zoznam zariadení pre bezpečné odstavenie bloku po seizmickej udalosti	ZI	Zmenový inžinier
STN	Slovenská technická norma	ZN	Zaistené napájanie
STP	Stredisko technickej podpory	ZPA	Zrýchlenie pri nulovej perióde
TDS	Teledozimetrický systém		
TG	Turbogenerátor		
TK	Technologický kondenzátor		
TNR	Tlaková nádoba reaktora		
TPS	Technologický počítačový systém		
TR	Transformátor		
TRS	Spektrum odozvy pre skúšku		
TSC	Stredisko technickej podpory		
TSÚ RAO	Technológie spracovania a úpravy rádioaktívnych odpadov		
TVD	Technická voda dôležitá		
UHS	Ultimate heat sink		
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru SR		
UPS	Záložný zdroj		
US NRC	Americký národný úrad pre jadrovú energiu		
ÚVZ SR	Úrad verejného zdravotníctva SR		
VARVYR	Varovanie a vyrozumenie		

ÚVOD

Slovensko je krajina s vyše päťdesiatročnou skúsenosťou z výstavby a prevádzkovania jadrových elektrární. V súčasnosti sú v prevádzke bloky nového typu VVER 440/213, dva v lokalite Jaslovské Bohunice JE V2 a dva v Mochovciach (bloky 1 a 2). V lokalite Mochovce sú vo výstavbe aj dva projektovo vylepšené bloky typu VVER 440/213. Inštalovaný výkon prevádzkovaných blokov VVER/213 je 1940 MWe. Tri slovenské jadrové bloky v lokalite Jaslovské Bohunice sú v procese vyradovania z prevádzky - prvý československý blok A1 prevádzkovaný v rokoch 1972 - 1976 a dva bloky staršieho typu VVER/230, ktoré boli v prevádzke od 1979 – 2008.

Jadrové bloky EMO1,2 boli uvedené do prevádzky v rokoch 1998 a 2000.

Základným podkladom pre program zvyšovania bezpečnosti jadrových elektrární EBO a EMO je dokument „Bezpečnostné problémy a ich odstupňovanie JE s reaktormi VVER 440/213“ (Safety Issues and their Ranking for NPP WWER 440/213) a výsledky posudzovania úrovne bezpečnosti blokov, ktoré vykonali rôzne misie v rokoch 1994 až 1998.

Všetky opatrenia vyplývajúce z tohto dokumentu boli zrealizované pred uvedením blokov EMO1,2 do prevádzky.

V roku 2008 po ukončení procesu analýz a licencovania, bol zvýšený tepelný výkon EMO1,2 na 107% Nnom a dosiahli sa výkony na blokoch 2x470MWe.

V roku 2009 sa realizovalo prvé periodické hodnotenie bezpečnosti. Jedným z prijatých opatrení bola realizácia projektu implementácie SAM v rokoch 2010 – 2018. Termín bol v r. 2011 prehodnotený v súvislosti s haváriou v Japonsku, nový termín ukončenia je 2015.

Jadrové elektrárne EMO1,2 boli cieľom misií posudzovateľov z rôznych medzinárodných organizácií a inštitúcií, od r. 1993 sa uskutočnili medzinárodné misie:

- Misia MAAE – PRE-OSART, konaná v dňoch 9. 1. - 29. 1. 1993 bola zameraná na preverenie pripravenosti prevádzkovateľa na spúšťanie a prevádzku.
- Misia MAAE Safety Improvement of Mochovce NPP Project Review Mission (SIRM) na preverenie bezpečnostných zlepšení JE Mochovce v 06/1994. Cieľom bolo prediskutovať bezpečnostné problémy na reaktoroch VVER 440/213, bezpečnostné vylepšenia už zakomponované do projektu JE Mochovce alebo navrhované v Správe o bezpečnostných zlepšeniach
- Misia konzorcia RISKAUDIT (konzorcium technických organizácií IPSN a GRS pracujúcich pre národné jadrové dozory Francúzska a Nemecka), zameraná na hodnotenie bezpečnostných zlepšení JE Mochovce a posúdenie bezpečnosti projektu sa ukončila v 12/1994.
- Misia MAAE venovaná problematike tlakovej nádoby reaktora 1. bloku JE Mochovce v termíne 6.-16.10.1998. Experti MAAE deklarovali, že neidentifikovali žiadne pochybnosti týkajúce sa integrity tlakovej nádoby reaktora.
- Misia MAAE na ohodnotenie realizácie programu bezpečnostných opatrení blokov v Mochovciach bola dňa 6.10.1998 zahájená vo Viedni a v Mochovciach
- Revízná misia MAAE - Preverka plnenia nápravných opatrení pre oblasť seizmickej bezpečnosti pre Atómové elektrárne Bohunice a Mochovce v termíne 16.11. - 20.11.1998. Cieľom misie bolo preveriť spôsob hodnotenia seizmických vstupných údajov a ohodnotenie vplyvu externého rizika zemetrasenia na bezpečnosť JE..

- Hodnotenie bezpečnosti JE Mochovce organizáciou RISKAUDIT (konzorcium technických organizácií IPSN a GRS pracujúcich pre národné jadrové dozory Francúzska a Nemecka) v rámci projektu PHARE - bolo ukončené v decembri 1998.
- Misia združenia WENRA vo svojej správe z októbra 2000 konštatuje, že po overení niektorých častí bezpečnostných analýz, úroveň bezpečnosti elektrárne je porovnateľná s elektrárnami prevádzkovanými v západnej Európe.
- Misia MAAE - IPSART na hodnotenie Projektu PSA pre nízko výkonové stavy a odstavený reaktor v novembri 2001 bola, odporúčania boli zohľadnené vo finálnej správe štúdie.
- Partnerská previerka WANO bola vykonaná v EMO v dňoch 7. - 25. októbra 2002. Preverenými oblasťami boli organizácia a riadenie, prevádzka, údržba, technická podpora, využívanie skúseností, radiačná ochrana, chémia, školenie a kvalifikácia, požiarne ochrana. Výsledky previerky boli zhrnuté v záverečnej správe WANO.
- Následná partnerská previerka N-PRW WANO v 06/2004, 19 mesiacov po uskutočnení PRW v roku 2002. Činnosť previerky bola zameraná na kontrolu plnenia nápravných opatrení z misie WANO z roku 2002.
- Misia MAAE OSART 4. - 20. 9. 2006, previerka prevádzkovej bezpečnosti. Preverenými oblasťami boli manažment a organizácia, výcvik a kvalifikácia personálu, prevádzka, údržba, technická podpora, program spätnej väzby, radiačná ochrana, chémia, a havarijné plánovanie a pripravenosť.
- Druhá partnerská previerka WANO 8. – 19. júna 2009. Preverenými oblasťami boli organizácia a riadenie, prevádzka, údržba, technická podpora, využívanie skúseností, radiačná ochrana, chémia, školenie a kvalifikácia, požiarne ochrana, havarijné plánovanie. Výsledky previerky boli zhrnuté v záverečnej správe WANO.
- Druhá následná partnerská previerka N-PRW WANO v 01/2011, 17 mesiacov po uskutočnení PRW v roku 2009. Činnosť previerky bola zameraná na kontrolu plnenia nápravných opatrení z misie WANO z roku 2009

Na základe faktov o havárii v japonskej jadrovej elektrárni Fukushima Dai-ichi v marci 2011 vydali medzinárodné jadrové inštitúcie závery a ponaučenia pre jadrový priemysel a národné jadrové dozory, ktoré sú aplikovateľné pre všetky typy reaktorov. ÚJD SR zadal prevádzkovateľom jadrových zariadení SR vypracovať hodnotenie bezpečnosti v súlade s medzinárodnými dokumentmi vydanými po havárii:

ENSREG:	Declaration of ENSREG on 13 March 2011, EU „Stress tests“ specifications
WANO:	SOER 2011-2: Poškodenie jadrovej elektrárne Fukušima Dai-ichi spôsobené zemetrasením a tsunami, Marec 2011.
IAEA:	INTERNATIONAL FACT FINDING EXPERT MISSION OF THE FUKUSHIMA DAI-ICHI NPP ACCIDENT FOLLOWING THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE AND TSUNAMI, 16.jún 2011
US NRC:	Recommendation for enhancing reactor safety in the 21th century, 12. júl 2011. Identifikovaných 12 oblastí pre zlepšenie. Opatrenia sú adresované jadrovým dozorom USA.

- INPO: IERL1-11-1: Poškodenie jadrovej elektrárne Fukušima Dai-ichi bolo spôsobené zemetrasením a tsunami, 15. Marec 2011
- INPO: IERL1-11-2: Atómová elektráreň Fukushima Da-iichi, bazén vyhoretého paliva, strata chladenia a dopĺňania, 25.apríl 2011

Na konci marca 2011 bol menovaný projektový tím, ktorý realizuje aktivity súvisiace s požadovanými hodnoteniami odozvy elektrární na extrémne udalosti na blokoch EBO 3,4, EMO 1,2 a MO 3,4. Výsledky, výstupy na potvrdenie získaných záverov uvedených v tejto správe vyplývajú z inžinierskych analýz, z projektovej dokumentácie, špeciálnych analýz a štúdií vypracovaných externým dodávateľom, z pochôdzkových kontrol po zariadeniach, komponentoch a budovách JE, z vykonaných neštandardných testov a z ostatných dostupných zdrojov informácií. Časť potrebných informácií vzhľadom na neobvyklosť problematiky nebola v SE ani na Slovensku k dispozícii.

Tento dokument predstavuje zhrnutie základných zistení ku dňu 31.10.2011, obsiahnutých v správe vypracovávanej prevádzkovateľom v súlade s listom ÚJD SR zo dňa 15.6.2011 „Záťažové testy“ (číslo 874/2011). Obsah správy je v súlade s obsahom dokumentu ENSREG. Kompletná finálna správa zo stres testov so štúdiami, s doteraz vykonanými analýzami, výsledkami skúšok a obhliadok je dostupná ÚJD SR u držiteľa povolenia na SE a.s.

V kap. 1 tohto dokumentu je uvedený stručný popis lokality, popis jadrovej elektrárne a stručný popis základných konfigurácií umožňujúcich zabezpečovať definované bezpečnostné funkcie. Detailný popis konfigurácií a databázového software je v Kompletnej finálnej správe zo stres testov, dostupnej u prevádzkovateľa SE a.s. Kapitola obsahuje aj základné výsledky pravdepodobnostného hodnotenia bezpečnosti PSA prvej a druhej úrovne.

V kap. 2 tohto dokumentu sú zhrnuté výsledky analýz súvisiacich s hodnotením seizmicity lokality a odozvy JE na seizmickú udalosť v súlade so zadaním ENSREG a UJD SR. Detailný popis použitého postupu pri hodnotení, identifikovaných výsledkov a opatrení je uvedený v Kompletnej finálnej správe zo stres testov, dostupnej u prevádzkovateľa SE a.s.

V kap. 3 tohto dokumentu sú zhrnuté výsledky hodnotenia dôsledkov extrémnych externých záplav a odozvy JE na vzniknuté situácie v súlade so zadaním ENSREG a UJD SR. Detailný popis použitého postupu pri hodnotení, identifikovaných výsledkov a opatrení je uvedený v Kompletnej finálnej správe zo stres testov, dostupnej u prevádzkovateľa SE a.s.

V kap. 4 tohto dokumentu sú uvedené výsledky hodnotenia vplyvu extrémnych meteorologických podmienok na schopnosť udržiavania bezpečnostných funkcií v súlade so zadaním ENSREG a UJD SR. Detailný popis použitého postupu pri hodnotení, identifikovaných výsledkov a opatrení je uvedený v Kompletnej finálnej správe zo stres testov, dostupnej u prevádzkovateľa SE a.s.

V kap. 5 tohto dokumentu sú uvedené rozbery dvoch extrémnych udalostí, a to station black-out a strata konečného odvodu tepla. Tieto udalosti predstavujú z hľadiska dopadu na bezpečnosť limitné prípady a umožňujú hodnotiť robustnosť základného projektu elektrárne. Analýzy sú vypracované v súlade s požiadavkami a štruktúrou ENSREG. Detailný popis použitého postupu pri hodnotení, identifikovaných výsledkov a opatrení je uvedený v Kompletnej finálnej správe zo stres testov, dostupnej u prevádzkovateľa SE a.s.

V prvej časti kap. 6 je popísaná organizácia havarijnej pripravenosti a havarijnej odozvy, logistika a organizačné zabezpečenie odozvy na havarijné podmienky vyvolané extrémnymi externými podmienkami. V druhej časti kapitoly je popísaný v súčasnosti realizovaný Projekt implementácie SAM na prevádzkovaných blokoch SE, a.s., a základné skupiny modifikácií a rozšírení projektu VVER 213 umožňujúce zvládnutie závažných nadprojektových udalostí a minimalizáciu následkov ťažkých havárií na okolie JE zlepšenou ochranou kontajnementu. Vzhľadom na to, že tento projekt prebieha už od roku 2009 a väčšia časť modifikácií bola už nainštalovaná počas odstávok blokov v súlade s jeho harmonogramom (ukončenie sa predpokladá v r. 2013), v analýzach a hodnoteniach považujeme cieľový stav (t.j. očakávanú a analyticky preukázanú robustnosť riešenia) za východiskový v rámci stres testov. Analýzy sú vypracované v súlade s požiadavkami a štruktúrou ENSREG. Detailný popis použitého postupu pri hodnotení, identifikované výsledky a opatrenia sú uvedené v Kompletnej finálnej správe zo stres testov, dostupnej u prevádzkovateľa SE a.s.

V kap.7 je uvedené sumárne zhodnotenie výsledkov stres testov.

V kap. 8 sú v tabuľkovej forme po oblastiach/ kapitolách uvedené identifikované oblasti pre zlepšenie a rámcový plán implementácie nápravných opatrení, vrátane vykonania doplňujúcich analýz.

V prílohe č.1 správy je uvedený stručný popis metodiky použitej pri stres testoch.

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE O LOKALITE / ELEKTRÁRNI

1.1. POPIS A CHARAKTERISTIKY LOKALITY

Umiestnenie

JE EMO1,2 sa nachádza v lokalite Mochovce. Lokalita Mochovce je situovaná v západnej časti Slovenskej republiky. Slovensko je vnútrozemská krajina, ležiaca v miernom podnebnom pásme strednej Európy. Areál JE EMO1,2 je umiestnený na katastrálnom území Nový Tekov a na katastrálnom území obce Mochovce okresu Levice, Nitrianskeho kraja.

Súradnice areálu EMO1,2 sú určené na stred ventilačného komína JE EMO1,2. V štátnom súradnicovom systéme jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej S-JTSK:

$$X = 1\,277\,286,806 \text{ m}, Y = 472\,576,297 \text{ m}$$

Zemepisné súradnice v európskom terestrickom referenčnom systéme 1989- ETRS89:

$$B = 48^{\circ} 15' 34,1231'' , L = 18^{\circ} 27' 30,5138''$$

Pri projektovaní JE EMO1,2 bola stanovená referenčná výška $\pm 0,000$ m v nadmorskej výške 242,300 m vo výškovom systéme BpV (Balt po vyrovnaní). Referenčná výška sa vzťahuje k okoliu ventilačného komína a hlavného výrobného bloku.

JE EMO1,2 sa nachádza približne 27 km od krajského mesta Nitra, 7 km od mesta Tlmače, 12 km od mesta Levice, 14 km od mesta Zlaté Moravce. Hlavné mesto SR Bratislava leží JE EMO1,2 približne 90 km juhozápadným smerom.

Okrem JE EMO1,2 sa v lokalite nachádzajú ďalšie jadrové zariadenia a to:

- finálne spracovanie kvapalných rádioaktívnych odpadov – FS KRAO Mochovce, ktorého prevádzkovateľom je JAVYS, a.s.,
- dva bloky s tlakovodnými reaktormi typu VVER vo výstavbe - MO34. Držiteľom povolenie na dostavbu je akciová spoločnosť Slovenské elektrárne, a.s.

Vo vzdialenosti cca 1,5 km severozápadne od JE EMO1,2 je umiestnené Republikové úložisko nízko a strednoaktívnych odpadov.

Lokalita EMO Mochovce leží v Podunajskej nížine na južnom výbežku Pohronskeho Inovca, na rozhraní riek Nitry a Hrona. Areál JE EMO1,2 je umiestnený na vyvýšenej rovine údolia, ktoré sa nachádza na západnom svahu Kozmálovských vrchov ktoré sú v najsevernejšej časti Pohronskej pahorkatiny, nazývanej Mochovecká pahorkatina pred južným úpäťm Pohronskeho Inovca. Najbližšími vrchmi v okolí areálu AE Mochovce sú Veľká Vápenná - 345,7 m n.m., Dobrica - 319,7 m n.m., Malá Vápenná - 294,0 m n.m..

Na rieke Hron pri obci Veľké Kozmálovce je vybudovaná umelá vodná nádrž s celkovým objemom 2,6 milióna m³. Hladina vodnej nádrže je vo výške 175,0 m.n.m pri maximálnej prevádzkovej hladine a 171,5 m n.m pri minimálnej prevádzkovej hladine. Z nádrže je surovou vodou zásobovaná JE EMO1,2.



Obr. 1.1.1- 1.: Širšie okolie EMO – zdroje vody

Počet blokov

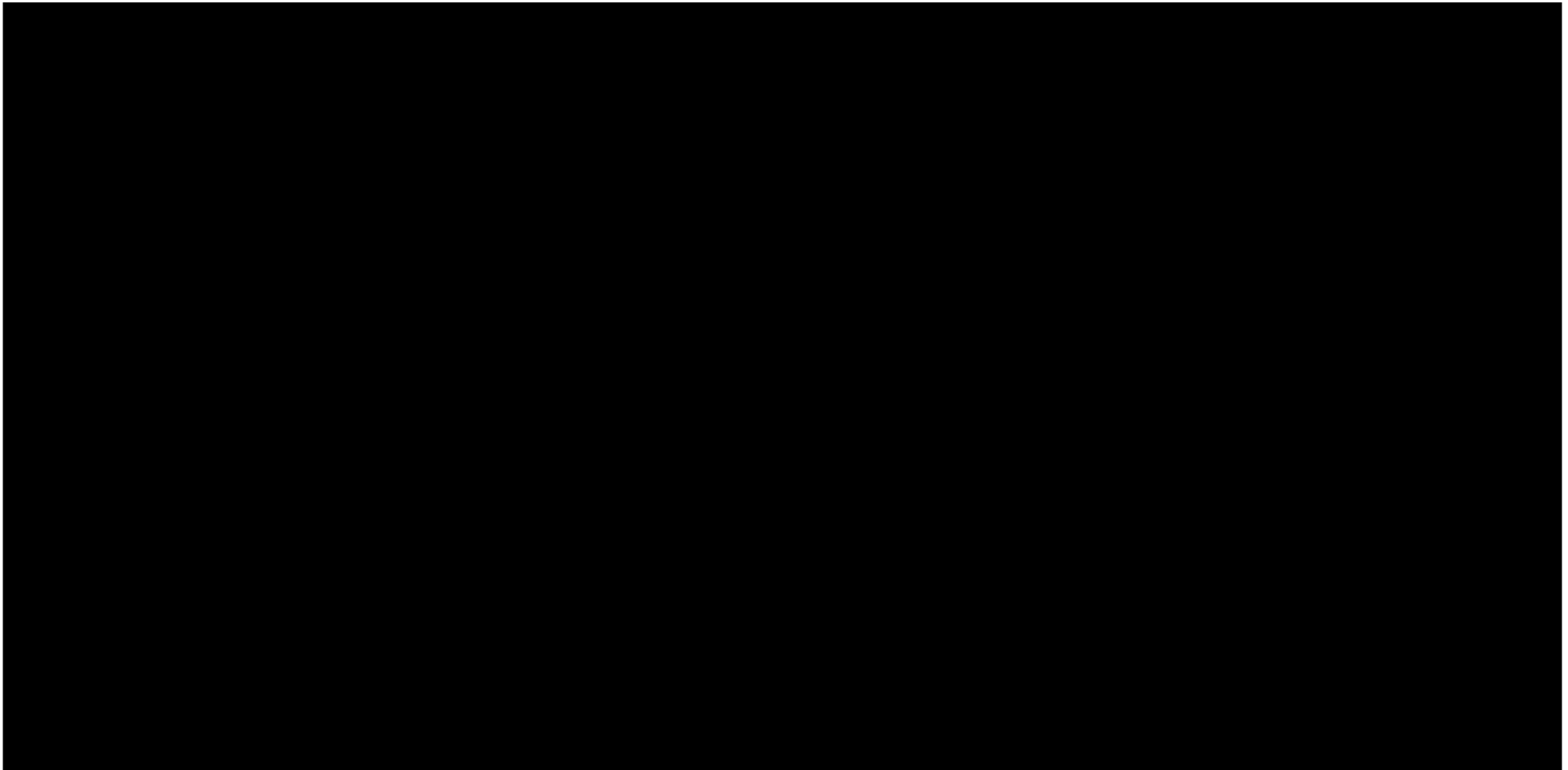
V JE EMO1,2 sú v prevádzke 2 bloky, každý s tlakovodným reaktorom typu VVER 440/213. Bloky boli uvedené do prevádzky v rokoch 1998 a 2000. Každý reaktor má tepelný výkon 1471 MWt. Elektrický výkon každého bloku je 470 MWe.

Držiteľ povolenia

Držiteľom povolenia pre prevádzku JE EMO1,2 je akciová spoločnosť Slovenské elektrárne a.s., adresa Mlynské nivy 47, 821 09 Bratislava.

Držiteľ povolenia vykonáva na základe Atómového zákona, príslušnej legislatívy, požiadaviek ÚJD SR ako i dobrej medzinárodnej praxe pravidelné periodické hodnotenie bezpečnosti v rámci ktorého sa neustále zvyšuje bezpečnosť blokov.

Aktuálne platné povolenie pre prevádzku 1.a 2. bloku JE EMO1,2 bolo vydané Rozhodnutím ÚJD SR č. 100/2011 zo dňa 04.03.2011. Platnosť povolenia je 10 rokov.





Obr. 1.1.1- 2.: Základná mapa závodu

1.2. HLAVNÉ CHARAKTERISTIKY KAŽDÉHO JADROVÉHO BLOKU

Typ reaktora

V EMO1,2 je použitý štandardný projekt jadrovej elektrárne s tlakovodnými reaktormi sovietskej konštrukcie, označovaný ako VVER-440 model V213. EMO1,2 je projektovaná, vybudovaná a prevádzkovaná ako dvojblok. Medzi 1. a 2. blokom EMO1,2 nie sú žiadne bezpečnostne významné rozdiely.

Technologická schéma

Technologická schéma blokov JE EMO1,2 pozostáva z troch základných okruhov – primárneho, sekundárneho a terciálneho.

Primárny okruh, rádioaktívny, pozostáva z tlakovodného heterogénneho reaktora typu V-213 a zo šiestich hlavných cirkulačných slučiek. Teplo z aktívnej zóny je odoberané sekundárnym okruhom cez parogenerátory.

Sekundárny okruh je nerádioaktívny, tvorí ho parná strana parogenerátorov, potrubie ostrej pary, hlavný parný kolektor, 2 turbogenerátory s kondenzáciou a regeneráciou s príslušenstvom, napájacie zariadenie, potrubia a pomocné zariadenia strojovne.

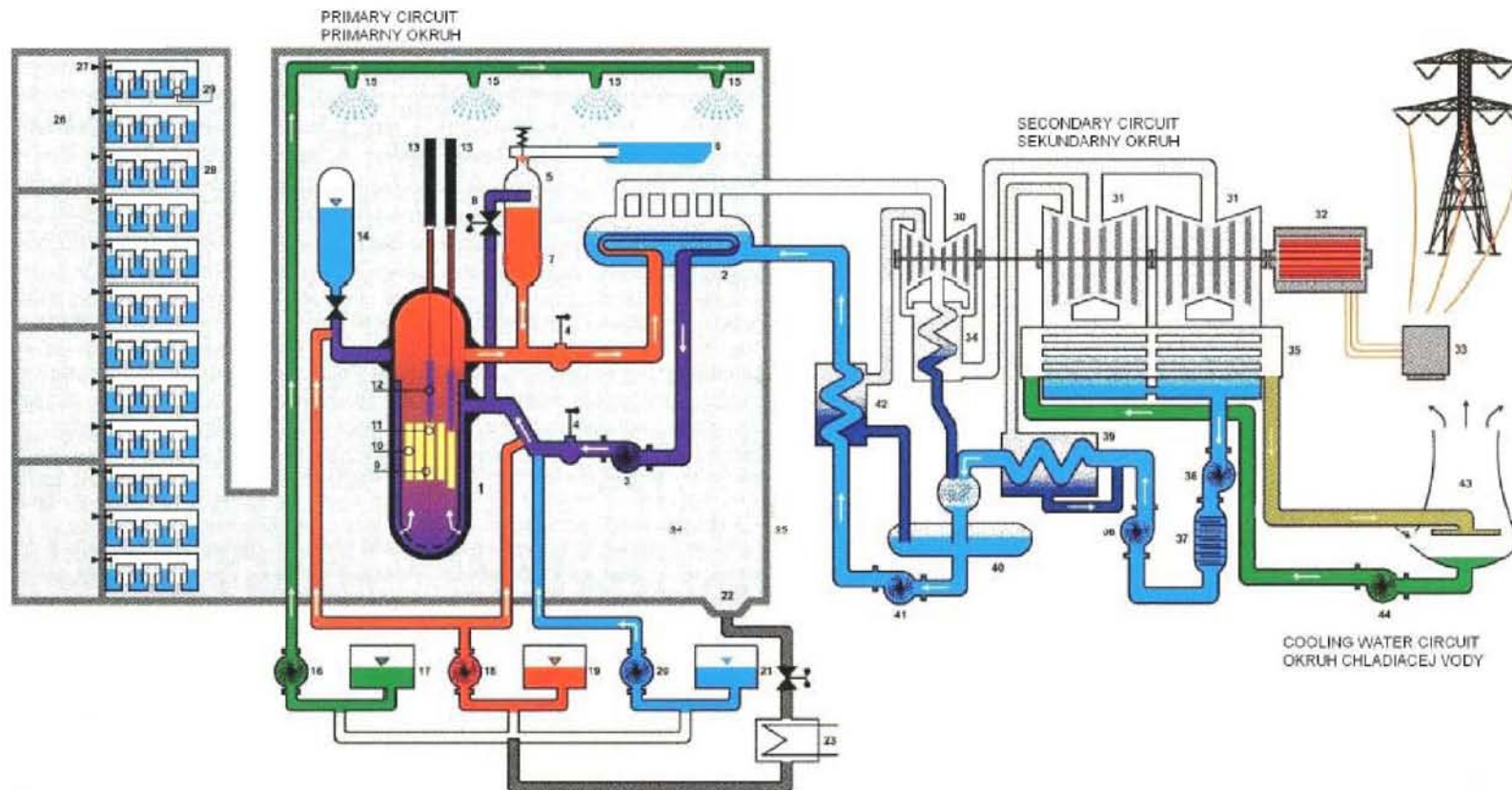
Terciárny okruh je nerádioaktívny, tvorí ho strana cirkulačnej vody hlavných kondenzátorov, štyri čerpadlá BQVD, potrubia a pomocné zariadenia a štyri chladiace veže výšky 120 m.

Elektrická energia je vyrábaná v hlavných synchrónnych generátoroch, ktoré sú na spoločnom hriadeľi s turbínou a budiacim generátorom. U každého reaktorového bloku je vyvedenie výkonu do elektrizačnej sústavy zabezpečené cez dve paralelné vetvy, vždy od hlavného generátora cez blokový transformátor s príslušenstvom. Obidve vetvy sa spájajú vo vývodovej rozvodni do jedného 400 kV vedenia.

Kontajnement predstavuje poslednú bariéru pred únikom rádioaktívnych produktov štiepenia do okolia JE a jeho funkciou je, aby pri vzniku havarijných podmienok (vrátane maximálnej projektovej havárie), spojených s únikom rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia, zabrániť únikom do okolia JE.

JE EMO1,2 má pasívny kontajnement so systémom potlačenia tlaku - barbotážnym kondenzátorom. Barbotážny kondenzátor obmedzuje maximálnu hodnotu tlaku v kontajnemente pri LOCA alebo roztrhnutí parovodu v kontajnemente kondenzáciou expandujúceho chladiča. Pasívnosť kontajnementu spočíva v tom, že nie je nutná prevádzka aktívneho systému na zabránenie neprípustného zvýšenia tlaku pri havárii.

Vo vnútri kontajnementu sú umiestnené všetky hlavné zariadenia PO (reaktor, PG, KO, HCČ). Odvod tepla z kontajnementu v pohavarijných stavoch je zabezpečený aktívnym sprchovým systémom kontajnementu recirkuláciou chladiča z podlahy kontajnementu cez chladič HSCHAZ.



1 – Reaktor, 2 – Parogenerátor, 3 – Hlavné cirkulačné čerpadlo, 4 – Hlavná uzatváracia armatúra, 5 – Kompenzátor objemu, 6 – Barbotážna nádrž, 7 – Kompenzátor objemu, 8 – Vstreky KO, 9 – Aktívna zóna, 10 – Palivová kazeta, 11 – Automatická regulačná kazeta (ARK), palivová časť, 12 – Automatická regulačná kazeta (ARK), absorpčná časť, 13 – Pohony ARK, 14 – Hydroakumulátory, 15 – Sprchový systém, 16 – Sprchové čerpadlo, 17 – Zásobná nádrž sprchového systému, 18 – Nízkotlakové sprchové čerpadlo, 19 – Zásobná nádrž nízkotlakového havarijného systému, 20 – VT havarijné čerpadlo, 21 – Zásobná nádrž VT havarijného systému, 22 – Sanie z hermetickej zóny, 23 – Chladič sprchového systému, 24 – Hermetická zóna, 25 – Ochranná obálka, 26 – Záchytná komora barbotážnej veže, 27 – Spätná klapka, 28 – Barbotážna veža, 29 – Žľaby barbotážnej veže, 30 – VT diel parnej turbíny, 31 – NT diel parnej turbíny, 32 – Elektrický generátor, 33 – Blokový transformátor, 34 – Separátor a prehrievač pary, 35 – Kondenzátor, 36 – Kondenzátne čerpadlo, 38 – Kondenzátne čerpadlo I°, 37 – Bloková úprava kondenzátu, 38 – Kondenzátne čerpadlo I°, 39 – NT regenerácia, 40 – Napájacia nádrž, 41 – Hlavné elektronapájacie čerpadlo, 42 – VT regenerácia, 43 – Chladiaca veža CV, 44 – Čerpadlá CV

Obr. 1.2.1- 3.: Technologická schéma JE EMO1,2

Tepelný výkon reaktora

Pôvodný projektový tepelný výkon každého reaktora bol 1 375 MWt a elektrický výkon na blok dosahoval 440 MWe.

Po splnení všetkých zákonom predpísaných náležitostí boli v r. 2008 tepelné výkony reaktorov oboch blokov zvýšené na hodnotu 107% pôvodného nominálneho výkonu, inštalovaný elektrický výkon lokality dosiahol 940 MWe.

Dosiahnutie prvého kritického stavu**Tab. 1.2.1- 1.:** Uvedenie do prevádzky

JE MO1,2	Dosiahnutie prvého kritického stavu	Prvé fázovanie na sieť	Komerčná prevádzka bloku
1. blok	9.6.1998	4.7.1998	29.1.1999
2. blok	1.12.1999	20.12.1999	11.7.2000

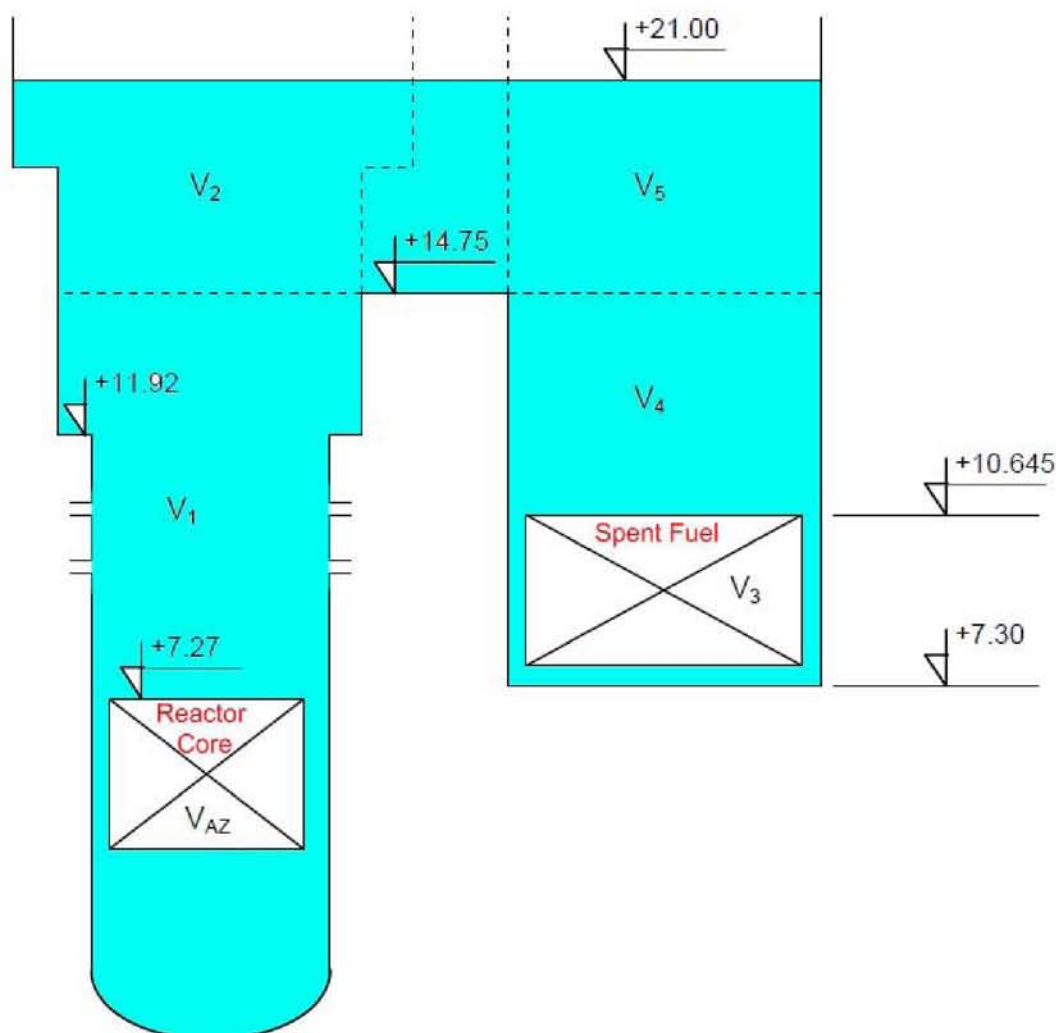
Zariadenie na skladovanie vyhoretého jadrového paliva

Vyhoreté jadrové palivo sa po ukončení jeho energetického využitia vyvezie z reaktora a umiestni v bazéne skladovania, ktorý sa nachádza v blízkosti reaktora. Pre každý reaktor je samostatný bazén skladovania, ktorý je zaplnený do úrovne +14,45 m H₃BO₃. V bazéne skladovania zotrúva vyhorené jadrové palivo cca 4-7 rokov. V EMO1,2 je VJP skladované v kompaktnej skladovacej mreži s krokom 168 mm vo zvislej polohe, ktorá umožňuje dobré chladenie cirkuláciou chladiaceho média, ktorým je roztok kyseliny boritej s minimálnou koncentráciou podľa požiadaviek vyplývajúcich z neutónovo-fyzikálnych charakteristík paliva.. Kapacita skladovacej mreže jedného bazénu je 603 kaziet. Základ skladovacej mreže tvoria šesťhranné absorbočné rúrky, do ktorých sa vsúvajú kazety VJP a hermetické puzdra. Kazety VJP s poškodeným pokrytím sú skladované v hermetických puzdách, v každom bazéne je k dispozícii 54 hermetických puzdier.

Dolný rošt (pracovný) je nevyberateľný Horný rošt (rezervný) je vyberateľný a spoločný pre obidva bloky. Pracovné a rezervné rošty v BS sú dvojvrstvové. VJP je skladované v spodnej časti BS. Základná mreža pre všetky obidva bloky JE EMO1,2 má kapacitu 319 miest pre vyhoreté palivové kazety a 60 hermetických puzdier pre netesné palivo (t.j. cca 1 závažka).

Pre prípad krátkodobého uskladnenia palivových kaziet vyvezených z reaktora pri revíziách alebo opravách vnútorných častí reaktora sa používa rezervná skladovacia mreža. Umiestňuje sa nad kompaktnú mrežu a jej kapacita je 296 palivových kaziet a 54 hermetických puzdier. Nad skladovacím bazénom s vyhoretým jadrovým palivom musí byť umiestnené prekrytie, ktoré sa sníma len v dobe výmeny paliva a odvozu do Medziskladu vyhoretého paliva.

Konštrukcia hermetického puzdra zabezpečuje spoľahlivú izoláciu plyných produktov štiepenia unikajúcich porušeným pokrytím palivovej kazety, odvod zvyškového tepla, bezpečný transport a manipuláciu s palivovou kazetou, dlhodobé skladovanie VJP s poškodeným pokrytím.



Obr. 1.2.1- 4.: Výškové rozmiestnenie BSVP

V bazéne skladovania sa v súčasnosti nachádzajú 2 typy použitého paliva, a to palivo tzv. 1.generácie (t.j. profilované palivo so stredným obohatením 3,82 % U235 pre palivové kazety aj kazety HRK) a palivo tzv. 2.generácie typu Gd-II (t.j. profilované palivo so stredným obohatením 4,25% U235 a obsahom 3,35 % Gd₂O₃ v šiestich prútikoch pre palivové kazety, a so stredným obohatením 3,84 % U235 a obsahom 3,35 % Gd₂O₃ v šiestich prútikoch pre kazety HRK. V súčasnom období sa reaktore počas odstávky na výmenu paliva vymieňa v priemere 72-78 kaziet .

Chladiacim médiom je roztok kyseliny boritej. Bazén skladu je zaplnený roztokom kyseliny boritej do úrovne + 14,45 m. Počas výmeny paliva je bazén skladovania prepojený s bazénom výmeny a zaplnený do úrovne +21,0 m. Minimálna koncentrácia kyseliny boritej vyplýva z neutrónovo-fyzikálnych charakteristík paliva.

Odvod zvyškového tepla z vyhoreného jadrového paliva sa uskutočňuje nepretržite cirkuláciou chladiacej vody BS. Teplota v skladovacom bazéne sa udržiava na hodnote 31°C - 40 °C pomocou dvoch nezávislých chladiacich systémov. Každý z chladiacich systémov dokáže samostatne odvieť zostatkové teplo z paliva skladovaného v základnej mreži a maximálnu tepelnú záťaž z operatívneho vyvezenia paliva do rezervnej mreže.

Dlhodobé skladovanie vyhoreného jadrového paliva (40-50 rokov po jeho využití v reaktore) je v Medzisklade vyhoreného paliva v lokalite EBO Jaslovské Bohunice (MSVP, JAVYS,a.s.).

1.3. SYSTÉMY NA ZABEZPEČENIE PLNENIA HLAVNÝCH BEZPEČNOSTNÝCH FUNKCIÍ

Systematické zhodnotenie odozvy JE na BDB EE a ich prípadné kombinácie, s dôrazom na dlhodobý vývoj podmienok na JE a na identifikáciu „cliff-edge“ efektov pri zabezpečovaní dôležitých podporných funkcií (jednosmerné a striedavé napájanie, chladenie TVD,...) a cez ne samotných bezpečnostných funkcií prekračuje možnosti informačných zdrojov, ktoré sú v súčasnosti k dispozícii (PP, BS, PSA L1- L2, špecifické bezpečnostné analýzy na podporu EOP/SAMG,...). V dostupných analýzach pre hodnotenie OdH na prechode medzi 3. úrovňou na a 4. úrovni v rôznom rozsahu uvažujú nielen systémy bezpečnostné ale aj systémy normálnej prevádzky. Z hľadiska dopadu externých udalostí na pohotovosť systémov sa doposiaľ uvažovali udalosti iba v rozsahu DB a aj kvalifikácia komponentov z hľadiska externých udalostí sa hodnotila iba pre rozsah DB EE. Z tohto dôvodu v súčasnosti chýbajú informácie o odozve JE na BDB EE a aj na interné iniciačné udalosti vyvolané BDB EE, ak pohotovosť a prevádzkyschopnosť komponentov a systémov, predstavujúcich v analýzach bezpečnosti počiatočné a okrajové podmienky, je narušená ako následok BDB EE.

Z tohto dôvodu Stress testom, definovaným ako hodnotenie zraniteľnosti JE (resp. zraniteľnosti vybraných bezpečnostných funkcií) pri BDB EE, musí predchádzať systematické posúdenie zraniteľnosti kľúčových komponentov systémov normálnej prevádzky a bezpečnostných systémov zabezpečujúcich plnenie kritických bezpečnostných funkcií v priebehu udalosti iniciovanej hypotetickou BDB EE. Túto analýzu je potrebné vykonať pre všetky prevádzkové režimy bloku. Strata prevádzkyschopnosti kľúčových komponentov sa totiž premietne do straty prevádzkyschopnosti príslušného systému, majúce za následok zníženie stupňa zálohovania, alebo definitívnu stratu, schopnosti zabezpečovať plnenie niektorej z kritických bezpečnostných funkcií. Je potrebné zdôrazniť, že ak sa na 3. a 4. úrovni OdH uvažujú systémy normálnej prevádzky a aj bezpečnostné systémy, je počiatočná redundancia zabezpečenia bezpečnostných funkcií relatívne vysoká, ako je možné vidieť z predpisov pre normálnu prevádzku a predovšetkým z EOP.

Prevod hodnotenia zraniteľnosti kritických bezpečnostných funkcií u JE ako celku na hodnotenie zraniteľnosti vybraných komponentov, systémov a konštrukcií (SKK) je identický iba vtedy, ak BDB EE alebo ich kombinácia nevyvolá ako závislé zlyhanie internú udalosť, majúcu vlastný vývoj. V takomto prípade by bolo potrebné hodnotenie vývoja udalosti rozšíriť o hodnotenie zabezpečenia ďalších bezpečnostných funkcií.

Napríklad pri silne nadprojektovom zemetrasení môže byť nielen ovplyvnená/stratená prevádzkyschopnosť systémov pre odvod tepla z AZ/BSVP a systémov potrebných pre riadenie podkritičnosti, ale môže vzniknúť aj následná netesnosť PO/BSVP ako porucha vyvolaná iniciačnou udalosťou. V takomto prípade by bolo nevyhnutné skúmať aj ďalšie aspekty ovplyvňujúce bezpečnosť AZ, kontainmentu a paliva v BSVP, minimálne napríklad schopnosť zabezpečovať kritickú bezpečnostnú funkciu Riadenie inventáru chladiča. Takéto komplexné hodnotenie však nie je možné vykonať inžinierskou úvahou na základe dostupných informácií, ale sú nevyhnutné náročné bezpečnostné analýzy.

Z uvedených dôvodov hodnotenia v rámci stress testov nezahŕňujú možnosť vzniku vyvolaných interných udalostí v dôsledku BDB EE alebo kombinácie. Jediným uvažovaným mechanizmom ohrozenia bezpečnostných funkcií sú straty prevádzkyschopnosti systémov, ktoré ich zabezpečujú. Z hľadiska fenomenologického vývoja udalosti sa teda jedná o udalosť typu Tranzient, t.j. udalosť s narušením odvodu tepla a udalosť „strata podkritičnosti/sekundárna kritičnosť“. Kľúčové komponenty/systémy/ konštrukcie sú ovplyvnené priamo (napr. zlyhanie v dôsledku zaplavenia) alebo nepriamo (napr. stratou napájania alebo iných podporných funkcií).

Súčasná architektúra PSA štúdií JE V2 a EMO12, predovšetkým rozsah zahrnutia systémov normálnej prevádzky, neumožňuje ich využitie pre identifikáciu VŠETKÝCH REDUNDANTNÝCH kombinácií SKK, umožňujúcich zabezpečovanie uvažovaných bezpečnostných funkcií aspoň krátkodobo alebo dočasne. Preto musia byť analýzy v rámci Stress testov založené na deterministickej základni.

Pre potreby vypracovania tejto správy bol použitý metodický prístup založený na tvorbe konfigurácií HW elektrárne, z ktorých každá je schopná zabezpečiť minimálne jednu hlavnú bezpečnostnú funkciu:

- Riadenie podkritičnosti AZ a BSVP
- Odvod tepla z AZ
- Odvod tepla z BSVP
- Odvod tepla z kontajneru

Pre každú z hlavných BF boli na základe predpisov pre normálnu prevádzku, BS (obsahujúcej udalosti v rozsahu DB riešené konzervatívne činnosťou bezpečnostných systémov – OdH na 3. úrovni) a EOPs (udalosti DB a BDBA riešené realisticky OdH na prechode 3. a 4. úrovni) definované principiálne možnosti ich zabezpečenia konkrétnym systémom zariadení elektrárne alebo spolupracou niekoľkých systémov. Následne boli tieto možnosti ďalej skupiny, podrobne rozpracované až na úroveň minimálnych konfigurácií. Vzhľadom na to, že implementácia SAMG nie je ukončená, nie sú pre účely tejto štúdie identifikované konfigurácie na 4. úrovni OdH. Dopady na riadenie ťažkých havárií musia byť pojednané samostatne.

Minimálna konfigurácia vždy predstavuje jednu konkrétnu a minimálnu množinu zariadení schopných zabezpečiť minimálne jednu BF, napr. je reprezentovaná:

- zásobná nádrž s chladivom
- čerpadlo
- minimálna množina armatúr potrebná na nastavenie chladiacej trasy (prietochné a izolačné armatúry)
- chladič
- pomocné systémy (olej, chladenie,...).

Každé zo zariadení má ako svoje atribúty zadefinované parametre relevantné z pohľadu požiadaviek zadania tejto správy. Sú to napríklad:

- umiestnenie v budove a v miestnosti
- rozvádzač elektrického napájania
- seizmická odolnosť/odolnosť voči záplave
- odolnosť voči extrémnym poveternostným vplyvom

Keďže uvedené parametre sú definované aj pre stavebné objekty a rozvádzače, potom je možné vytvoriť komplexnú databázu a za jej využitia hodnotiť odozvu elektrárne na analyzovanú IU. V nasledovných kapitolách budú detailne popísané jednotlivé rodiny konfigurácií pre každú zo zabezpečovaných BF.

V ďalšom budeme používať pojem Režim, pod ktorým budeme rozumieť konkrétny stav reaktorového bloku definovaný výkonom reaktora, tlakom, strednou teplotou chladiwa PO. Režimy pre bloky VVER-440/V213 uvažované v tejto správe sú v súlade s predpismi 1,2LP/1001.

1.3.1. Riadenie reaktivity

REAKTOR

Projekt rektora VVER-440 (typ V-213) predpokladá dva nezávislé spôsoby riadenia reaktivity. V navrhovaných palivových cykloch je celková zásoba reaktivity aktívnej zóny v studenom neotrávenom stave na začiatku kampane 14,57-15,19 %. Pre kompenzáciu tejto zásoby reaktivity a pre riadenie rektora sú určené dva nezávislé systémy pôsobenia na reaktivitu, založené na rozličných fyzikálnych a technických princípoch:

- riadenie reaktivity pomocou kaziet HRK (mechanický systém riadenia reaktivity)
- riadenie reaktivity zmenou koncentrácie kyseliny boritej (kvapalného absorbátora) v chladiči I.O.

Mechanický systém riadenia reaktivity slúži na kompenzáciu rýchlych zmien reaktivity počas kampane, reguláciu výkonu reaktora, rýchle odstavenie reaktora (reactor trip), plynulé odstavenie reaktora a udržanie reaktora v podkritickom stave.

Mechanický systém riadenia reaktivity je založený na vertikálnom pohybe absorbátora a paliva v AZ reaktora. Pozostáva z 37 kaziet HRK spojených pomocou vložených tyčí s pohonmi, ktoré sa nachádzajú v hornom bloku reaktora.

Riadenie (regulácia) reaktivity sa vykonáva vertikálnym pohybom kaziet HRK v AZ. Pri zasúvaní kaziet HRK do AZ dochádza k vysúvaniu spodnej palivovej časti kaziet HRK z AZ a k zasúvaniu hornej absorpčnej časti do AZ. Klesá množstvo štiepneho materiálu v objeme AZ a zvyšuje sa množstvo absorbátora čím dochádza k utlmovaniu štiepnej reakcie (vneseniu zápornej reaktivity). Pri vysúvaní kaziet HRK dochádza k rozvoju štiepnej reakcie (vneseniu kladnej reaktivity).

Prevádzkové systémy:

Systém normálneho doplňovania a bórovej regulácie (KBA)

Systém normálneho doplňovania a bórovej regulácie je klasifikovaný ako prevádzkový systém so vzťahom k bezpečnosti. Systém je schopný doplňovať bórný koncentrát zo zásobných nádrží do AZ reaktora vo všetkých prevádzkových režimoch a tým zabezpečiť zvýšenie a udržanie koncentrácie kyseliny boritej v PO na úrovni, ktorá je potrebná na dosiahnutie podkritického stavu AZ.

Projektom uvažovaná konfigurácia tohto systému využíva trasovanie cez systém kontinuálneho čistenia chladiča PO (KBF) a systém odpúšťania chladiča PO (KBJ). Bórný koncentrát je do systému TK dodávaný nízkotlakými čerpadlami systému bórneho koncentráту (KDD) z príslušných zásobných nádrží KDD. Drenážované chladičo PO je dopravované čerpadlami systému KBJ do nádrží drenážnych vôd systému KDA. Táto stratégia je podrobne popísaná v príslušných prevádzkových predpisoch. Pomocným systémom pre systém KBF je systém vloženého okruhu HCČ KA10, ktorý je chladiacim medziokrum pre dochladzovač systému KBF.

i. Potenciálny čas dosiahnutia očakávaného stavu:

Pod očakávaných stavom sa rozumie stav, kedy z pohľadu hodnotenia odozvy bloku v tejto správe je dosiahnutá dlhodobá dostatočná podkritičnosť AZ.

1.VŠEOBECNÉ ÚDAJE O LOKALITE / ELEKTRÁRNI

Režim	Použitelnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
1, 2, 3	Áno	cca 18 minút	Max. 15 m ³ pri prietoku 50 m ³ /h.
4, 5, 6	Áno	-	Východiskový stav predpokladá zabezpečenú podkritičnosť AZ, je vytvorená odstavná koncentrácia v súlade s TP/1001

S prihliadnutím k požadovanej zásobe podkritičnosti AZ v režimoch 1, 2, 3 v súlade s LaP, je možné zvýšiť koncentráciu kyseliny boritej v PO len doplnením potrebného množstva kyseliny bez potreby odpúšťania prebytočného chladiva z PO. Po odstavení bloku je totiž v KO k dispozícii viac ako 25 m³ voľného objemu. Na základe typického priebehu odstavnej koncentrácie pre horúci stav počas kampane možno určiť minimálny objem kyseliny boritej s konc. 39 g/kg, ktorú je potrebné pre PO doplniť. Pri zachovaní konzervativizmu aj pre prípad prirodzenej cirkulácie chladiva v PO bola tento objem stanovený na úrovni 15 m³. Preto v tomto prípade nie je nutné využívať odpúšťanie PO, čo výrazne zrobustní tieto konfigurácie.

V Režimoch 4, 5, 6 musí byť v súlade s TP/1001 vytvorená odstavná koncentrácia v PO (jedná sa dokonca o odstavnú koncentráciu na výmenu paliva). V prípade vzniku IU v jednom z týchto režimov je preto z definície BF Podkritičnosť AZ zabezpečená.

Množstvo zásoby koncentráту H₃BO₃ v nádržiach 1KDD10,50 plne postačuje na zabezpečenie požadovanej podkritičnosti AZ v ľubovoľnom prevádzkovom režime bloku VVER-440/V213 a v ľubovoľnom časovom bode kampane reaktora. Minimálna zásoba koncentráту bóru je uvedená v LP/1001.

ii. *Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam (viď kap. 3, 4)*

Všetky zariadenia sú umiestnené v HVB. Okrem hraničných armatúr a tepelných výmenníkov 1KBF nie je uvedená konfigurácia seizmicky kvalifikovaná. Čerpadlá 1KBA20,40,60AP001,002 sú seizmicky kvalifikované len po strane chladiacej vody TVD. Po seizmickej udalosti prekračujúcej PGA = 0,03g možno uvažovať o strate schopnosti tejto rodiny konfigurácií plniť BF Podkritičnosť AZ.

Z hľadiska externých záplav v prípade nefunkčnosti dažďovej kanalizácie a neuvažovania prirodzeného odtoku vody z areálu samospádom budú s pravdepodobnosťou <10⁻⁴ pre trvanie záplavových podmienok, ktoré musia trvať viac ako 2 dni ohrozené zariadenia systému 1KDD a olejového systému 1KBA čerpadiel 1QBR30,40,50, nakoľko sú umiestnené v suteréne HVB. Zvyšok zariadení uvažovaných v uvedenej rodine konfigurácií nebude externou záplavou ovplyvnený.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

Systém bórneho koncentráту (KDD)

Systém bórneho koncentráту 1KDD11,12 je klasifikovaný ako prevádzkový systém. Systém je schopný dopĺňovať bórný koncentrát zo zásobných nádrží do AZ reaktora vo všetkých prevádzkových režimoch a tým zabezpečiť zvýšenie koncentrácie kyseliny boritej v PO na úroveň, ktorá je potrebná na dosiahnutie podkritického stavu AZ.

Projektom uvažovaná konfigurácia tohto systému využíva trasovanie cez systém kontinuálneho systému čistenia chladiva PO (1KBF) a vybrané časti systému normálneho doplňovania 1KBA (trasy od sacieho kolektoru 1KBA čerpadiel cez doplňovacie magistrály 1KBA až po vstup do systému 1KBF). Do PO je možné dopĺňať bórny koncentrát vysokotlakými čerpadlami systému 1KDD.

i. Potenciálny čas dosiahnutia očakávaného stavu

Pod očakávaných stavom sa rozumie stav, kedy z pohľadu hodnotenia odozvy bloku v tejto správe je dosiahnutá dlhodobá dostatočná podkritičnosť AZ.

Režim	Použitelnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
1, 2, 3	Áno	cca 2,5 h	Max. 15 m ³ pri prietoku 6 m ³ /h.
4, 5, 6	Áno	-	Východiskový stav predpokladá zabezpečenú podkritičnosť AZ, je vytvorená odstavná koncentrácia v súlade s 1TP/1001.

ii. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam (viď kap. 3, 4)

zariadenia sú umiestnené v HVB. Okrem hraničných armatúr a tepelných výmenníkov 1KBF nie je uvedená konfigurácia seizmicky kvalifikovaná. Po seizmickej udalosti prekračujúcej $PGA = 0,03g$ možno uvažovať o strate schopnosti tejto rodiny konfigurácií plniť BF Podkritičnosť AZ.

Z hľadiska externých záplav v prípade nefunkčnosti dažďovej kanalizácie a neuvažovania prirodzeného odtoku vody z areálu samospádom budú s pravdepodobnosťou $<10^{-4}$ pre trvanie záplavových podmienok, ktoré musia trvať viac ako 2 dni ohrozené zariadenia systému 1KDD, nakoľko sú umiestnené v suteréne HVB. Zvyšok zariadení uvažovaných v uvedenej rodine konfigurácií nebude externou záplavou ovplyvnený.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

Bezpečnostné systémy:

Havarijný systém chladenia AZ (vysokotlaký JNF)

Vysokotlaký havarijný systém chladenia AZ je klasifikovaný ako bezpečnostný systém. Systém je schopný doplňovať bórny koncentrát z havarijných zásobných nádrží do AZ reaktora vo všetkých prevádzkových režimoch a tým zabezpečiť zvýšenie koncentrácie kyseliny boritej v PO na úroveň, ktorá je potrebná na dosiahnutie podkritického stavu AZ.

V prípade použitia týchto systémov dochádza zároveň k odvodu tepla z AZ. Bližší popis použitia týchto systémov je preto v kapitole 1.3.2.

Vzhľadom k využiteľnému prietoku čerpadiel JNF a v kontexte predchádzajúcich odstavcov je možné očakávať požadované zabórovanie PO v prípade využitia JNF na úrovni 15 minút.

Ostatné systémy:

Vzhľadom k skutočnosti, že hodnotenie blokov má byť vykonané aj v oblasti nadprojektových udalostí, pre zabezpečenie BF Podkritičnosť v AZ boli uvažované aj nasledovné konfigurácie systémov elektrárne vychádzajúce za rámec ich typického projektového použitia.

Systém normálneho dopĺňovania a bórovej regulácie (KBA)

Trasovanie je identické ako v prípade projektového nasadenia systému TK. Rozdiel spočíva v nasadení alternatívnych zdrojov bórneho koncentráту pre systém TK. Ako zásobné nádrže sú použité nádrže havarijnej zásoby koncentráту bóru JNF. Na dopravu bórneho koncentráту pre potreby TK sú použité čerpadlá systému KDE, resp. TD60 a nevyhnutné potrubné trasy systému KDE, resp. TD. Drenážované chladiivo PO je dopravované čerpadlami systému KBJ do nádrží trenážnych vôd systému OTD v súlade s projektovým bórovaním PO.

i. Potenciálny čas do dosiahnutia očakávaného stavu

Pod očakávaných stavom sa rozumie stav, kedy z pohľadu hodnotenia odozvy bloku v tejto správe je dosiahnutá dlhodobá dostatočná podkritičnosť AZ.

Režim	Použitelnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
1, 2, 3	Áno	20 min až 1 h	Max. 15 m ³ pri prietoku 15 – 45 m ³ /h.
4, 5, 6	Áno	-	Východiskový stav predpokladá zabezpečenie podkritičnosť AZ, je vytvorená odstavňá koncentrácia v súlade s 1TP/1001.

ii. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam (viď kap. 3, 4.)

Všetky zariadenia sú umiestnené v HVB. Okrem hraničných armatúr a tepelných výmenníkov 1KBF nie je uvedená konfigurácia seizmicky kvalifikovaná. Čerpadlá 1KBAxyAP002 sú seizmicky kvalifikované len po strane chladiacej vody TVD. Po seizmickej udalosti prekračujúcej PGA = 0,03g možno uvažovať o strate schopnosti tejto rodiny konfigurácií plniť BF Podkritičnosť AZ.

Z hľadiska externých záplav v prípade nefunkčnosti dažďovej kanalizácie a neuvažovania prirodzeného odtoku vody z areálu samospádom budú s pravdepodobnosťou $<10^{-4}$ pre trvanie záplavových podmienok, ktoré musia trvať viac ako 2 dni ohrozené zariadenia systému 1KDD, 1KDE, 1TD a olejového systému 1KBA čerpadiel 1QBR30,40,50, nakoľko sú umiestnené v suteréne HVB. Zvyšok zariadení uvažovaných v uvedenej rodine konfigurácií nebude externou záplavou ovplyvnený.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

Havarijné systémy chladenia AZ (vysokotlaký JNF)

Systém JNF je využívaný ako zdroj dopĺňajúci bórný koncentrát do PO. Na drenáž prebytočné chladiivo je použité projektové trasovanie odpúšťania/drenáže chladiiva PO za využitia systémov KBF, KBA, KBJ a OTD.

i. *Potenciálny čas dosiahnutia požadovaného stavu*

Pod očakávaných stavom sa rozumie stav, kedy z pohľadu hodnotenia odozvy bloku v tejto správe je dosiahnutá dlhodobá dostatočná podkritičnosť AZ.

Režim	Použitelnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
1, 2, 3	Áno	cca 15 minút	Max. 15 m ³ pri prietoku 65 m ³ /h.
4, 5, 6	Áno	-	Východiskový stav predpokladá zabezpečenie podkritičnosti AZ, je vytvorená odstavňá koncentrácia v súlade s 1TP/1001.

ii. *Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam (viď kap. 3, 4)*

Všetky zariadenia sú umiestnené v HVB. Okrem hraničných armatúr a tepelných výmenníkov KBF a taktiež systému JNF, nie je uvedená konfigurácia seizmicky kvalifikovaná. Po seizmickej udalosti prekračujúcej $PGA = 0,03g$ možno uvažovať o strate schopnosti tejto rodiny konfigurácií plniť BF Podkritičnosť AZ.

Z hľadiska externých záplav v prípade nefunkčnosti dažďovej kanalizácie a neuvažovania prirodzeného odtoku vody z areálu samospádom budú s pravdepodobnosťou $<10^{-4}$ pre trvanie záplavových podmienok, ktoré budú musieť trvať viac ako 2 dni ohrozené čerpadlá TJ, nakoľko sú umiestnené v suteréne HVB. Zvyšok zariadení uvažovaných v uvedenej rodine konfigurácií nebude externou záplavou ovplyvnený.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

BAZÉN SKLADU VYHORETÉHO PALIVA (BSVP)

Podkritičnosť súboru palivových kaziet v bazéne skladu JE EBO je zabezpečená dvoma nezávislými spôsobmi:

- geometriou skladovacieho roštu BS - palivové kazety sú umiestnené v trojuholníkovej mreži s krokom mreže 162mm s 6 hrannými absorpčnými trúbkami (krok v AZ je 0,147 m)
- koncentráciou kyseliny boritej minimálne 12 g/kg vody v celom objeme chladiča BS

Za podmienok normálnej prevádzky, sa vyhoreté jadrové palivo (v Režime 7 aj palivo operatívne vyvezené z AZ) skladuje v roštoch bazénu skladovania vyhoreného paliva a je chladené vodným roztokom kyseliny boritej s koncentráciou 12 g/kg. V JE EMO1,2 je palivo skladované v zkompatnenom rošte s dĺžkou kroku mreže 162 mm. Podľa projektu [Pravidlá bezpečnosti pri skladovaní a transporte jadrového paliva v objektoch využívania atómovej energie, NP-061-05, Moskva, NTC JaRB, 2006] musí byť v zkompatnených ako aj nezkompatnených roštoch bazénu skladovania zabezpečená podkritickosť minimálne 0,03 ($K_{eff} < 0,95$) za neprítomnosti kyseliny boritej v chladiči a pri zavezení roštov čerstvým (nevyhoreným) jadrovým palivom.

V rámci procesu vypracovávania licenčnej dokumentácie pre palivo Gd-II-4,87% bolo vykonané hodnotenie jadrovej bezpečnosti pri skladovaní vyhoreného paliva v nezkompatnenom rošte BSVP. Výpočty sa vykonávali na plnorozmerovom modeli sekcie roštu kazetovej časti bazénu skladovania

vyhoreného paliva s použitím modelu palivovej kazety s minimálnym počtom palivových prútikov s Gd (šesť prvkov).

Výsledok výpočtu na plnorozmerovom modeli sekcie roštu ukázal, že v podmienkach normálnej prevádzky sa požiadavka $K_{ef} < 0,95$ plní.

Ďalej bol posúdený prípad varu chladiva vo vnútri palivovej kazety pri nemennej hustote vody za hranicou šesťhranného obalu. Konzervatívne bolo prijaté, že analyzovaná hodnota hustoty chladiva (svedčiaca o procese varu) je rovnaká po celej výške palivového stĺpca. Výsledky ukázali, že so zohľadnením prítomnosti kyseliny boritej v chladive bazénu skladu vyhoreného paliva hodnota K_{ef} nepresiahne hodnotu 0,51 v celom rozsahu zmeny hustoty vody.

Za účelom analýzy vplyvu hustoty vody na K_{ef} boli vykonané výpočty hypotetickej situácie – rovnomerná zmena hustoty vo všetkých prvkoch modelu BSVP. Z výsledkov vyplýva, že $K_{ef} < 0,95$ v celom rozsahu zmeny hustoty vody

V podmienkach normálnej prevádzky roštov BSVP, pri havárii s úplným prerušením elektronapájania JE, sprevádzanej prerušením cirkulácie chladiva v roštach BSVP a ako následok – zmenou hustoty chladiva, je teda požiadavka $K_{ef} < 0,95$ splnená.

Pri nadprojektovej havárii sprevádzanej úplným vypustením vody z BSVP je požiadavka $K_{ef} < 0,98$ splnená.[6-BSP bezpečnostná správa, 1. Vydanie/3. revízia]

Výsledky analýz teda dokazujú, že podkritičnosť paliva uloženého v BS je zabezpečená vždy ak je palivo buď zaliate roztokom H_3BO_3 s platnosťou pre celý rozsah koncentrácií kyseliny boritej 0-12 g/kg, alebo čiastočne zaliate roztokom H_3BO_3 viac ako 12 g/kg s platnosťou pre celý rozsah hustôt chladiaceho média (var nevynímajúc).

Podkritičnosť paliva v BSVP je zabezpečená vždy keď je zabezpečený odvod tepla. Konfigurácie pre odvod tepla z BSVP uvedené v kap. 1.3.3 platia aj pre zabezpečenie pokritičnosti v BSVP.

1.3.2. Odvod tepla z AZ do UHS.

1.3.2.1. Všetky existujúce systémy/ reťazce používané pre odvod tepla z reaktora do primárneho recipientu (morská voda) a do sekundárnych recipientov (atmosféra ,) vo jednotlivých režimoch bloku s odstaveným reaktorom (R3-R6), pri horúcom odstavení, pri studenom odstavení, pri studenom odstavení s roztesnením

Pre zabezpečenie BF **Odvody tepla z AZ** reaktora sú v projekte VVER-440/V213 navrhnuté nasledovné systémy:

- Systém kondenzácie TG,
- Systém dochladzovania,
- Parogenerátory so systémom poistných ventilov PG, resp. PSA PG a príslušným systémom ich napájania,
- Havarijné systémy chladenia AZ (vysokotlaký, nízkotlaký).

Z pohľadu bezpečnostnej klasifikácie tieto systémy možno rozdeliť nasledovne:

- **Prevádzkové:**
 - Systém kondenzácie TG,
 - Systém dochladzovania.
- **Bezpečnostné:**
 - Parogenerátory s PV PG/PSA PG a SHNČ
 - Havarijné systémy chladenia AZ (vysokotlaký, nízkotlaký) – režimy Feed&Bleed, resp. RHR.
- **Ostatné:**

V tomto prípade sa jedná o konfigurácie zariadení vychádzajúce za rámec ich projektového určenia. Môže preto dochádzať ku používaniu takých konfigurácií zariadení pre zabezpečenie BF Odvod tepla z AZ, kedy sa súčasne využíva spolupráca bezpečnostných a prevádzkových systémov, ako aj kríženie redundancií BS.

1.3.2.2. Priestorové rozloženie trás pre prenos tepla: trasy redundantných a diverzných potrubí odvodu tepla a umiestnenie hlavného zariadenia. Fyzická ochrana zariadenia proti vnútorným a vonkajším ohrozeniam.

Prevádzkové systémy

Systém kondenzácie TG

Projektom uvažovaná konfigurácia tohto systému využíva trasovanie cez systémy SO elektrárne. Na strane PO je odvod tepla z AZ realizovaný prostredníctvom prirodzenej alebo nútenej cirkulácie chladiva (v prípade, že HCČ sú v prevádzke). Teplo odovzdané chladivu PO je z PO odoberané v PG. Para vyrobená v PG je vedená potrubnými rozvodmi pary do kondenzátora TG. Kondenzačné teplo odoberá cirkulačná chladiaca voda (CCHV). Hladina v PG zabezpečujúca dostatočný prestup tepla z PO do SO je udržiavaná prečerpávaním kondezátu z HK TG čerpadlami kondenzácie TG do napájacích nádrží a odtiaľ čerpadlami a potrubiami normálneho, resp. havarijného napájania PG do PG. Systém CCHV odovzdáva v chladiacich vežiach teplo do atmosféry, ktorá je konečným recipientom. Vzhľadom ku komplexnosti a zraniteľnosti tohto základného spôsobu odvodu tepla z AZ, nie je v ďalšom použitie tejto konfigurácie zariadení blokov VVER uvažované.

Systém dochladzovania

Projekt uvažuje s tromi základnými konfiguráciami využitia tohto systému. Jedná so tzv. parný, resp. vodný režim a odvod zvyškového tepla. Vzhľadom k skutočnosti, že vodný režim (2. etapa) a režim odvodu zvyškového tepla (3. etapa) sa prakticky líšia len počtom pripojených PG, v ďalšom ich preto budeme považovať za jeden režim a prevádzka systému dochladzovania prebieha buď v parnej alebo vodnej (vodovodnej) etape. Konečným recipientom tepla v oboch režimoch systém technickej vody dôležitej a odvod tepla z AZ na strane PO je realizovaný v režime prirodzenej alebo nútenej cirkulácie. Tepelným

výmenníkom sprostredkujúcim prestup tepla do systému TVD je technologický kondenzátor systému dochladzovania. PG sú využívané na odvod tepla z PO na SO tak, ako v predchádzajúcom prípade. Systém využíva potrubné rozvody pary na SO až po HPK odkiaľ teplotné médium SO vstupuje priamo do systému dochladzovania.

V parnom režime je para odvádzaná z PG cez HPK a redukčnú stanicu dochladzovania do technologického kondenzátora, kde kondenzačné teplo pary odvádza systém TVD. Kondenzát z technologického kondenzátora odteká do ZNK, resp. NN. Hladina v PG dostatočná pre požadovaný prestup tepla z PO do SO je zabezpečovaná systémom normálneho, resp. havarijného doplnovania PG. Prípadný úbytok vody v systéme je dopĺňaný zo systému demivody 1,0MPa.

i. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Všetky zariadenia sú umiestnené v pozdĺžnej etažérke, resp. v strojovni. Po seizmickej udalosti prekračujúcej $PGA = 0,03g$ možno uvažovať o strate schopnosti tejto rodiny konfigurácií plniť BF Odvod tepla z AZ.

Systém dochladzovania je prevádzkovým systémom. Pri jeho projektovaní neboli brané do úvahy požiadavky na fyzickú separáciu jednotlivých redundancií. Systém je redundantný len po funkčnej stránke. Redundantnosť na úrovni dochladzovacích čerpadiel je $3 \times 100\%$, na úrovni redukčných staníc dochladzovania (RSD) $2 \times 100\%$ a na úrovni technologických kondenzátorov (TK) taktiež $2 \times 100\%$. Každý z technologických kondenzátorov je chladený inou redundanciou TVD. Zároveň je možné v prípade výpadku danej redundancie TVD použiť ako náhradnú 3. redundanciu TVD pre každý z TK. Dochladzovacie čerpadlá sú umiestnené na spoločnom mieste na kóte 0,0 m v strojovni, technologické kondenzátory taktiež na spoločnom mieste v strojovni na kóte +9,6 m. RSD sú umiestnené na spoločnom mieste v pozdĺžnej etažérke na podlaží +14,7 m.

Z hľadiska externých záplav sú ohrozené čerpadlá HNČ, ktoré sú umiestnené na kóte 0,0 m v strojovni. Vzhľadom k topológii tohto podlažia však možno očakávať vznik súvislej vodnej hladiny na kóte 0,0 m až po úplnom zaplnení suterénu strojovne. Takáto situácia je v zásade možná, avšak pravdepodobnosť výskytu je zanedbateľne malá. Ďalšiu diskusiu k tomuto problému možno nájsť v kapitole 3. Zvyšok zariadení používaný pri parnej etape dochladzovania nebude vzhľadom k ich výškovému umiestneniu v predmetných budovách ovplyvnený záplavou.

Doterajšie analýzy nenasvedčujú, že vplyv extrémnych teplôt a vetra môže ovplyvniť okruh TVD. Pre zariadenia umiestnené v strojovni a s prihliadnutím k teplote média SO počas parnej etapy dochladzovania je vplyv extrémne nízkych teplôt považovaný za nepravdepodobný.

Vo vodovodnom režime je technologický kondenzátor systému dochladzovania využívaný ako tepelný výmenník voda/voda. PG ako aj potrubné rozvody pary od PG cez HPK a celého systému dochladzovania sú zaplnené vodou. Cirkuláciu chladiva v okruhu zabezpečujú čerpadlá systému dochladzovania. Prípadné straty vody v systéme sú dopĺňované zo zásobných nádrží DV. Pri tejto konfigurácii je vždy využívaná minimálne jedna NN, ktorá je k chladiacemu okruhu pripojená a plní funkciu kompenzátora objemu.

i. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Všetky zariadenia sú umiestnené v pozdĺžnej etažérke, v samostatných objektoch zásobných nádrží demivody resp. v strojovni. Po seizmickej udalosti prekračujúcej $PGA = 0,03 g$ možno uvažovať o strate schopnosti tejto rodiny konfigurácií plniť BF Odvod tepla z AZ.

Systém dochladzovania je prevádzkovým systémom. Pri jeho projektovaní neboli brané do úvahy požiadavky na fyzickú separáciu jednotlivých redundancií. Systém je redundantný len po funkčnej stránke. Redundantnosť na úrovni dochladzovacích čerpadiel je 3 x 100%, na úrovni redukčných staníc dochladzovania (RSD) 2 x 100% a na úrovni technologických kondenzátorov (TK) taktiež 2 x 100%. Každý z technologických kondenzátorov je chladený inou redundanciou TVD. Zároveň je možné v prípade výpadku danej redundancie TVD použiť ako náhradnú 3. redundanciu TVD pre každý z TK. Dochladzovacie čerpadlá sú umiestnené na spoločnom mieste na kóte 0,0 m v strojovni, technologické kondenzátory taktiež na spoločnom mieste v strojovni na kóte +9,6 m. RSD sú umiestnené na spoločnom mieste v pozdĺžnej etažérke na podlaží +14,7 m.

Z hľadiska externých záplav sú ohrozené čerpadlá HNČ a DČ, ktoré sú umiestnené na kóte 0,0 m v strojovni a čerpadlá demivody 1Mpa, ktoré sa nachádzajú v samostatných objektoch pod zásobnými nádržami demivody na kóte -3,7m. Tieto samostatné objekty sú preojené potrubnými kanálmi so strojovňou. Vzhľadom k topológii podlaží je možné očakávať zaplavenie čerpadiel demivody až po zaplavení strojovne na kótu -3,7m a čerpadiel HNČ a DČ po zaplavení na kótu 0,0 m až po úplnom zaplnení suterénu strojovne. Takáto situácia je v zásade možná, avšak pravdepodobnosť jej výskytu je funkciou dĺžky trvania záplavy v areáli elektrárne. Ďalšie informácie o záplavách sa nachádzajú v kapitole 3.4 Predprevádzkovej bezpečnostnej správy. Zvyšok zariadení používaný pri parnej etape dochladzovania nebude vzhľadom k ich výškovému umiestneniu v predmetných budovách ovplyvnený záplavou.

Doterajšie analýzy nenasvedčujú, že vplyv extrémnych teplôt a vetra môže ovplyvniť okruh TVD. Pre zariadenia umiestnené v strojovni a s prihliadnutím k skutočnosti, že teplotu média SO počas vodovodnej etapy dochladzovania je vždy možné stabilizovať na hodnote okolo 100°C, vplyv extrémne nízkych teplôt považujeme za nepravdepodobný.

Bezpečnostné systémy

Parogenerátory so súborom poistných ventilov PG, resp. PSA PG

V prípade odvodu tepla cez PSA (PVP)G) nie je SO uzavretý. Odvod tepla na strane PO je realizovaný v režime prirodzenej alebo nútenej cirkulácie. Prestup tepla z PO do SO je realizovaný v PG pri zachovaní dostatočnej hladiny vody v PG. Dopĺňanie vody je realizované pomocou SHNČ a odvod pary z PG je možný cez prepúšťacie stanice do atmosféry PSA PG, resp. cez poistné ventily PG. V prípade odvodu pary cez PSA PG je možné na dopĺňanie vody do PG použiť aj systémy normálneho, resp. havarijného napájania PG. Vo všetkých prípadoch sa teda jedná o stratégiu Feed&Bleed na SO. V ďalšom však budeme vyšetrovať konfigurácie len s SHNČ. Konfigurácie s HNČ sú zahrnuté medzi Ostatné systémy.

i. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Všetky zariadenia uzla SHNČ sú umiestnené v pozdĺžnej etažérke, resp. v samostatných objektoch pod zásobnými nádržami demivody, a majú plnú seizmickú kvalifikáciu pre PGA = 0,1g.

Z hľadiska externých záplav sú ohrozené SHNČ, ktoré sa nachádzajú na kóte -3,7m v samostatných objektoch pod zásobnými nádržami demivody. Ďalšie informácie o záplavách sa nachádzajú v kapitole 3.4 Predprevádzkovej bezpečnostnej správy. Zvyšok zariadení používaný pre konfigurácie Feed&Bleed na SO nebude vzhľadom k ich výškovému umiestneniu v predmetných budovách ovplyvnený záplavou.

Doterajšie analýzy nenasvedčujú, že vplyv extrémnych teplôt a vetra môže ovplyvniť okruh TVD (kapitola 4).

Nepredpokladá sa, že extrémne nízke teploty môžu spôsobiť zamrznutie SHNČ a zásobných nádrží, pretože ohrev systému je možné realizovať marením hydraulickéj práce čerpadiel.

Havarijné systémy chladenia AZ (vysokotlaký JNF, nízkotlaký JNB)

Vysokotlaký havarijný systém chladenia AZ je možné využiť na odvod tepla z AZ v režime Feed&Bleed. Studené chladivo je do PO doplňované prostredníctvom čerpadiel JNF. Horúce chladivo je z PO odvádzané cez PV, resp. OV KO do kontainmentu. Po kondenzácii expandovaného chladiva PO v kontainmente za pomoci sprchového systému JMN je toto chladivo nasávané čerpadlami JNF a JMN z podlahy kontainmentu a vedené cez chladič JMN23(43,63)BC001 priamo na sanie JNF a JMN čerpadiel, ktoré ho dopravujú späť do PO, resp. do sprchových trysiek systému JMN. Odvod tepla je realizovaný vo výmenníku JMN23(43,63)BC001. Chladiacim médiom (konečným recipientom tepla) je systém TVD.

i. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Všetky zariadenia sú umiestnené v HVB a sú seizmicky zodolnené pre PGA = 0,1g.

Z hľadiska externých záplav sú ohrozené čerpadlá JNF, nakoľko sú umiestnené v suteréne HVB na podlaží -6,5m. Zvyšok zariadení uvažovaných v uvedenej rodine konfigurácií nebude externou záplavou ovplyvnený.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

Doterajšie analýzy nenasvedčujú, že vplyv extrémnych teplôt a vetra môže ovplyvniť okruh TVD.

Nízkotlaký havarijný systém chladenia AZ je možné využiť na odvod tepla v konfigurácii havarijného dochladzovania bloku pri seizmickej udalosti (JNB) – konfigurácia RHR. Odvod tepla z AZ je realizovaný vo vodovodnom režime. Nútenú cirkuláciu v PO zabezpečuje nízkotlaké havarijné čerpadlo JNG. Chladivo po prechode cez AZ reaktora je privedené potrubným systémom JNB na chladič JMN23,43,63BC001, kde je ochladené a odtiaľ privedené na sanie čerpadla JNG, ktoré ho späť dopravuje do PO. Konečným recipientom tepla je opäť systém TVD.

i. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Všetky zariadenia sú umiestnené v HVB a sú seizmicky zodolnené pre PGA = 0,1g.

Z hľadiska externých záplav sú ohrozené čerpadlá JNG, nakoľko sú umiestnené v suteréne HVB na kóte -6,5m. Zvyšok zariadení uvažovaných v uvedenej rodine konfigurácií nebude externou záplavou ovplyvnený.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

Doterajšie analýzy nenasvedčujú, že vplyv extrémnych teplôt a vetra môže ovplyvniť okruh TVD.

Ostatné systémy

Vzhľadom k skutočnosti, že hodnotenie blokov má byť vykonané aj v oblasti nadprojektových udalostí, prezabezpečenie BF Odvod tepla v AZ boli uvažované aj nasledovné konfigurácie systémov elektrárne vychádzajúce za rámec ich typického projektového použitia.

Parogenerátory so súborom poistných ventilov PG, resp. PSA PG

Pre nadprojektové udalosti je možné uvažovať s dopĺňaním PG pomocou **mobilného havarijného zdroja napájacej vody**.

Pre nadprojektové udalosti je možné uvažovať s dopĺňaním PG pomocou **SHNČ cez trasy odluhov a odkalov PG**. Taktiež je možné prejsť k využitiu HW vzájomným krížením redundancií. Z hľadiska trasovania, parametrov zariadení a ich zraniteľnosti sa jedná o konfigurácie analogické projektovému použitiu systému SHNČ.

V prípade udalosti SBO, ktorá nie je kombinovaná/indukovaná seizmickou záťažou bloku je možné ako zdroj NV využiť **gravitačné plnenie PG** priamo z NN bez použitia akéhokoľvek čerpadla systému normálneho, resp. havarijného doplnenia. Jedná sa teda o pasívny spôsob napájania PG. Trasa odvodu tepla je totožná s trasou projektového prevádzkového napájania PG v kombinácii s odvod pary z PG na PSA PG.

i. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam.

Z hľadiska externých záplav sú ohrozené pripojovacie miesta mobilného havarijného zdroja napájacej vody v samostatných objektoch pod zásobnými nádržami demivody, ktoré sa nachádzajú na podlaží -3,7m. Samostatné objekty pod zásobnými nádržami demivody sú prepojené potrubným kanálom so suterénom strojovne. Vzhľadom k topológii tohto podlažia však možno očakávať vznik súvislej vodnej hladiny na kóte -3,7m až po zaplnení suterénu strojovne. Ďalšiu informácie o záplavách sa nachádzajú v kapitole 3.4 Predprevádzkovej bezpečnostnej správy. Zvyšok zariadení nebude vzhľadom k ich výškovému umiestneniu ovplyvnený záplavou.

Vplyv extrémnych teplôt a vetra môže ovplyvniť prevádzkyschopnosť mobilného havarijného zdroja napájacej vody. Nepredpokladá sa, že extrémne nízke teploty môžu spôsobiť zamrznutie SHNČ a zásobných nádrží, pretože ohrev systému je možné realizovať marením hydraulikkej práce čerpadiel. Systém pary vlastnej spotreby však nie je seizmicky odolný. Pre zariadenia umiestnené v strojovni a na etažérke je vplyv extrémne nízkych teplôt považovaný za nepravdepodobný.

Po seizmickej udalosti prekračujúcej $PGA = 0,03g$ možno uvažovať o strate schopnosti rodiny konfigurácií s gravitačným dopĺňovaním PG z NN plniť BF Odvod tepla z AZ.

Keďže sa jedná o pasívny systém (a aj s ohľadom na výškové umiestnenie zariadení) nie sú zariadenia ovplyvnené externou záplavou.

Pre zariadenia umiestnené v strojovni a na etažérke a s prihliadnutím k teplote média SO počas gravitačného plnenia a časovania pre jeho nasadenie pri IU SBO je vplyv extrémne nízkych teplôt považovaný za nepravdepodobný.

Havarijné systémy chladenia AZ (vysokotlaký JNF, nízkotlaký JNG)

V režime **Feed&Bleed za použitia JNF(JNG)** čerpadiel je možné prejsť podobne ako pri SHNČ v predchádzajúcom prípade na konfigurácie HW, ktoré vychádzajú za rámec jednotlivých redundancií BS. je totiž možné tvoriť konfigurácie pre túto stratégiu aj krížením HW z rôznych redundancií. Z hľadiska trasovania, parametrov zariadení a ich zraniteľnosti sa jedná o konfigurácie analogické projektovému použitiu bezpečnostných systémov po redundanciách.

V režime odvodu tepla pomocou **systému havarijného dochladzovania bloku** pri seizmickej udalosti (**JNB**) je možné prejsť podobne ako v predchádzajúcom prípade na konfigurácie HW, ktoré vychádzajú za rámec jednotlivých redundancií BS. je totiž možné tvoriť konfigurácie pre túto stratégiu aj krížením HW z rôznych redundancií. Z hľadiska trasovania, parametrov zariadení a ich zraniteľnosti sa jedná o konfigurácie analogické projektovému použitiu bezpečnostných systémov po redundanciách.

Nízkotlaký havarijný systém chladenia AZ je možné využiť na odvod tepla z AZ v režime **Feed&Bleed**. Studené chladivo je do PO doplňované prostredníctvom čerpadiel JNG. Horúce chladivo je z PO odvádzané cez PV KO do kontainmentu. Po kondenzácii expandovaného chladiva PO v kontainmente za pomoci sprchového systému JMN je toto chladivo nasávané čerpadlami JNG a JMN z podlahy kontainmentu a vedené cez chladič HSCHAZ priamo na sanie JNG a JMN čerpadiel, ktoré ho dopravujú späť do PO, resp. do sprchových trysiek systému JMN. Odvod tepla je realizovaný vo výmenníku JMN23(43,63)BC001. Chladiacim médiom je systém TVD.

i. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Všetky zariadenia sú umiestnené v HVB a sú seizmicky zodolnené pre PGA = 0,1g.

Z hľadiska externých záplav sú ohrozené čerpadlá JNG, nakoľko sú umiestnené v suteréne HVB na podlaží -6,5m. Zvyšok zariadení uvažovaných v uvedenej rodine konfigurácií nebude externou záplavou ovplyvnený.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

Doterajšie analýzy nenasvedčujú, že vplyv extrémnych teplôt a vetra môže ovplyvniť okruh TVD.

Odvod tepla v režime varu pri otvorenom reaktore

Chladivo v AZ sa ohrieva na teplotu sýtosti a následne dochádza k varu. Teplo je z aktívnej zóny odvádzané v dôsledku produkcie pary, ktorá stúpa cez bazén výmeny paliva na reaktorovú sálu. Pri tomto spôsobe odvodu tepla dochádza k znížovaniu množstva chladiva v PO a pokiaľ nie je zabezpečené adekvátne doplňovanie môže dôjsť až obnaženiu AZ a poškodeniu paliva. Na doplňovanie PO je možné použiť akýkoľvek nízkotlaký zdroj vody. Z čerpadiel pripojených na II. kategóriu zaisteného napájania je možné využiť doplňovanie PO pomocou čerpadiel JNF20(40,60)AP001, JNG20(40,60)AP001, KBA20(40,60)AP001 a KBJ10(50)AP001. Zahusťovanie chladiva je riešené periodickým preplachom (metóda je popísaná v podpornom dokumente pre TSC). Zaujímavou alternatívou v prípade SBO je použitie gravitačného plnenia PO z barbotážnych žľabov. Tento režim odvodu tepla je možné po úplnom zaplnení bazénu výmeny paliva kombinovať s odvodom tepla cez PSA (PVPG). Dôjde pri tom k významnej redukcii odparu z bazénu výmeny paliva 60-80% (viď. kapitola 5.1.1.3). Odparovanie primárneho chladiva na reaktorovú sálu spôsobuje rozširovanie rádioaktívnych látok na reaktorovú sálu a príslušné priestory a preto je akceptovateľné len ak nie sú k dispozícii žiadne iné možnosti odvodu tepla.

Kríženie redundancií TVD

Pri špecifických nadprojektových udalostiach je možné pristúpiť ku kríženiu redundancií TVD a tým pádom využiť aj projektovo neuvažovanú redundantnosť TVD pre každú redundanciu BS. V tomto kontexte je následne robustnosť systému TVD v prípade BDBA výrazne zvýšená, nakoľko každý z BS môže využívať ako konečný recipient tepla ľubovoľný zo systémov TVD. Vzájomné prepojenie redundancií TVD je možné realizovať na prírodných a odvodných rádoch TVD technologických kondenzátorov systému dochladzovania.

1.3.2.3. Možné časové obmedzenia pre dostupnosť jednotlivých trás odvodu tepla, a možnosti predĺženia časov ich použiteľnosti využitím vonkajších opatrení (napr. spotrebovanie vody v zásobných nádržiach a možnosti ich doplnenia ich inventáru).

Prevádzkové systémy:

Na základe konzervatívnych ručných výpočtov a porovnaním s dostupnými analýzami možno stanoviť nasledovné časové obmedzenia pre uvažované konfigurácie HW:

Systém dochladzovania parovodná etapa*i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)*

Režim	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
3	Áno	neobmedzene	dostatočná zásoba demivody
4	Áno	neobmedzene	dostatočná zásoba demivody
5, 6	Nie	-	nízka stredná teplota PO

Pre nábeh systému dochladzovania zo studeného stavu sú potrebné približne 4 hodiny. Do tej doby je nutné odvádzať zvyškový výkon alternatívnym spôsobom. V kontexte použitia týchto konfigurácií je možné použiť počas tohto obdobia Feed & Bleed na SO, kde budú HNC dopĺňať vodu z NN do PG a para bude odvádzaná na PSA PG. Úbytok vody v NN je dopĺňovaný zo systému demivody 1 MPa. Počas tohto režimu je možné predpokladať maximálnu spotrebu demivody na úrovni 120 t (v prípade, že blok je pri vzniku IU odstavený z plného výkonu AO1). Hodnota 120 t je konzervatívna aj pre nižšie režimy, pretože v tomto prípade je nižšia počiatočná hodnota zvyškového výkonu reaktora. Parná etapa dochladzovania je využiteľná len v prípade, keď je stredná teplota PO viac ako 100°C. Preto môžeme v ďalšom uvažovať, že táto rodina konfigurácií je použiteľná iba v režimoch 2, 3 a 4. V týchto režimoch je na viac možné prevádzkovať tieto konfigurácie v kontexte tejto správy neobmedzene dlho.

Systém dochladzovania - Vodovodná etapa*i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)*

Režim	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
3	Nie	-	vysoká stredná teplota PO
4	Áno	neobmedzene	dostatočná zásoba vody na SO

5, 6	Áno	neobmedzene	dostatočná zásoba vody na SO
------	-----	-------------	------------------------------

Vodovodná etapa dochladzovania prirodzene nadväzuje na parnú etapu. Pre prevádzku systému dochladzovania vo vodovodnej etape je potrebné zaplniť PG ako aj ich parovody, HPK a celý systém dochladzovania vodou. Pre zaplnenie PG je potrebných približne 144 t vody, pre zaplnenie parných potrubí približne 160 t vody. Celkovo sa jedná o cca 300 t vody. Ak uvažujeme, s prihliadnutím k topológii systému dochladzovanie, s približne 10% nárastom tejto hodnoty (zjavne konzervatívny odhad) na zavodenie dochladzovacích čerpadiel, celkovo je nutné počítať so spotrebou cca 330 t. Obe NN pri nominálnych hladinách poskytujú 220 t. V jednej nádrži demivody je k dispozícii minimálne množstvo 650t, čo je celkovo $3 \times 650 = 1950t$. Ak uvažujeme s prechodom na vodovodnú etapu pri strednej teplote PO pod 140°C , je tento prechod možný približne po 12 hodinách od odstavenia bloku z nominálneho výkonu (uvažovaný trend dochladzovania 15°C/h po nábehu systému dochladzovania po cca 4 h). V súlade s predchádzajúcim bodom je potrebných cca 120 t DV počas prvých 4 h na odvod zvyškového výkonu a stabilizáciu strednej teploty PO na cca 260°C . Následne môžeme konzervatívne uvažovať s ďalšími 12 t vody počas dochladzovania na vychladzovanie NN. Pre zaplnenie dochladzovacieho okruhu je potrebných 330 t. Celkovo je teda potrebných menej ako 400 t vody. Na dochladenie bloku a nepretržitú prevádzku systému dochladzovania vo vodovodnej etape na odvod zvyškového výkonu plne postačuje zásoba vody z dvoch NN pri nominálnej hladine a zásoba DV z jednej zásobnej nádrže DV.

Dochladenie bloku na strednú teplotu cca 140°C je možné skrátiť o 4 hodiny v prípade, že počas nábehu dochladzovacieho systému v parnom režime pristúpime zároveň k vychladzovaniu bloku trendom 15°C/h . Keďže uvažujeme počas prvých 4 hodín s režimom Feed&Bleed na SO, je potrebné určiť spotrebu vody na dochladzovanie PO počas prvých 4 hodín. Na základe tepelnej kapacity PO experimentálne určenej počas horúcich skúšok pri spúšťaní blokov je dodatočná spotreba vody pri dochladzovaní PO trendom 15°C/h cca 5 t/h. To znamená celkové zvýšenie spotreby vody približne o 20 t. V kontexte predchádzajúceho odseku toto dodatočné navýšenie nepredstavuje riziko.

V prípade vzniku IU v nižšom režime ako je režim 3, bude spotreba vody adekvátne nižšia. V prípade, že by k vzniku IU došlo na konci parnej etapy dochladzovania tesne pred prechodom na vodovodnú etapu, zásoba vody v NN je dostatočná na zaplnenie dochladzovacieho okruhu. Systém dochladzovania bloku by sa preto plne zaobišiel bez systému DV 1 MPa. Následne by bolo možné považovať systém dochladzovať za schopný plniť danú BF bez obmedzenia.

Bezpečnostné systémy:

Na základe konzervatívnych ručných výpočtov a porovnaním s dostupnými analýzami možno stanoviť nasledovné časové obmedzenia pre uvažované konfigurácie HW:

Parogenerátory so súborom poistných ventilov PG, resp. PSA PG

i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time) konfigurácie s SHNČ:

Režim	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [dni]	Vysvetlenie
3	Áno	>5	zásoba demivody v nádrži DV
4	Áno	>5	zásoba demivody v nádrži DV

1.VŠEOBECNÉ ÚDAJE O LOKALITE / ELEKTRÁRNI

5, 6	Nie	-	nedostatočná teplota PO
------	-----	---	-------------------------

Hodnoty uvedené z tabuľky sú odhadnuté pre minimálnu limitnú zásobu demivody pre reaktorový blok 3x650=1950t. Tento odhad je zároveň vypracovaný pre odstavenie z nominálneho výkonu v režime 1. Pre nižšie režimy (2, 3, 4) je možné uvažovať s ďalšou časovou rezervou až na úrovni 10h. V režimoch 5 a 6 neuvažujeme funkčnosť týchto konfigurácií, nakoľko pre maximalizáciu výdrže je nutné pracovať v parnom režime Feed&Bleed na SO. Vodovodný režim by bol možný až cca 10 dní po odstavení reaktora (s prihliadnutím k hydraulickej charakteristike SHNČ) avšak jeho potencionálna doba použiteľnosti (mission time) je len v rádoch hodín.

ii. Možnosť doplnenia chladiva

Nádrže DV je možné dopĺňať z hasičských áut cez existujúce nátrubky. Tým je možné predĺžiť dobu použiteľnosti konfigurácií s SHNČ v kontexte Záťažových testov na neobmedzene dlhú dobu.

Havarijné systémy chladenia AZ (vysokotlaký JNF, nízkotlaký JNG)

Režim Feed&Bleed za použitia vysokotlakého havarijného systému chladenia AZ - JNF.

i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)

Režim	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
3	Áno	neobmedzene	recirkulačný režim z podlahy kontainmentu
4, 5	Áno	neobmedzene	recirkulačný režim z podlahy kontainmentu
6	Áno	neobmedzene	recirkulačný režim z podlahy kontainmentu

Pre úspešnosť stratégie F&B je nutná disponibilita jednej redundancie BS – vysokotlakého čerpadla JNF a príslušnej zásobnej nádrže kyseliny boritej, alebo dostatočnej zásoby chladiva na podlahe boxu PG. Tento režim odvodu tepla je popísaný v predpise SORNS FR-H.1, do ktorého operátor vstupuje pri červenej prioritě pre KBF Odvod tepla z AZ. Táto stratégia je havarijnou možnosťou odvodu tepla z AZ v prípade, že došlo k strate odvodu tepla na SO, napríklad v dôsledku straty napájania PG. V prípade prechodu na recirkulačnú fázu je možné túto konfiguráciu prevádzkovať dlhodobo, nakoľko sa jedná o uzatvorený chladiaci okruh. Chladičom je chladič JMN23&(43,63)BC001).

Pre IU režimoch 4, 5, 6 je vrcholovým predpisom pre KBF Odvod tepla z AZ predpis SDFR-H.1. Z fyzikálneho hľadiska je však režim Feed&Bleed použiteľný v ľubovoľnom režime.

Systém havarijného dochladzovania bloku pri seizmickej udalosti (JNB)

ii. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)

Režim	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
3	Nie	-	príliš vysoký tlak a teplota v PO
4	Áno	neobmedzene	Použiteľný pokiaľ je tlak v PO menej ako 0,6MPa a teplota stud vetiev menej ako 120°C.
5, 6	Áno	neobmedzene	uzatvorený cirkulačný okruh

Pre úspešnosť stratégie F&B je nutná disponibilita jednej redundancie BS – nízkotlakého čerpadla JNG20(40,60)AP001 a príslušného chladiča JMN23(43,63)BC001. Tento režim odvodu tepla je popísaný v predpise SORNS SDFR-H.1, do ktorého operátor vstupuje pri červenej prioritě pre KBF Odvod tepla z AZ. Táto stratégia je havarijnou možnosťou odvodu tepla z AZ v prípade, že došlo k strate odvodu tepla na SO. Keďže sa jedná o uzatvorený cirkulačný okruh, je možné túto konfiguráciu prevádzkovať dlhodobo.

Ostatné systémy

Na základe konzervatívnych výpočtov a porovnaním s dostupnými analýzami možno stanoviť nasledovné časové obmedzenia pre uvažované konfigurácie HW:

Parogenerátory s PSA PG v kombinácii s HNČ (alternatívny Feed&Bleed na SO)

i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)

Režim	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [dní]	Vysvetlenie
3	Áno	10	zásoba vody v nádržiach DV, NN a PG
4	Áno	10	zásoba vody v nádržiach DV, NN a PG
5, 6	Nie	-	nedostatočná teplota PO

Hodnoty uvedené z tabuľky sú odhadnuté pre minimálnu limitnú zásobu demivody pre reaktorový blok 3x650=1950t, dvoch NN pri nominálnej hladine (220 t) konzervatívne znížený o 10% a s prihliadnutím k zásobe vody v PG na prvých približne 5 h po odstavení. Tento odhad je zároveň vypracovaný pre odstavenie z nominálneho výkonu v režime 1. Pre nižšie režimy (2, 3, 4) je možné uvažovať s ďalšou časovou rezervou až na úrovni 3h. V režimoch 5 a 6 neuvažujeme funkčnosť týchto konfigurácií, nakoľko pre maximalizáciu výdrže je nutné pracovať v parnom režime Feed&Bleed na SO. Vodovodný režim by bol možný až cca 10 dní po odstavení reaktora (s prihliadnutím k hydraulikej charakteristike HNČ).

V prípade nedisponibility systému DV 1 MPa je s prihliadnutím k zásobe vody v PG na prvých približne 5,5 h po odstavení možné uvažovať s potenciálnym mission time tejto sady konfigurácií na úrovni cca 25h.

ii. Možnosť doplnenia chladiča

Nádrže DV je možné dopĺňať z hasičských áut cez existujúce nátrubky. Tým je možné predĺžiť mission time konfigurácií s HNČ v kontexte Záťažových testov na neobmedzene dlhú dobu.

Parogenerátory s PSA PG v kombinácii s SHNČ (alternatívny Feed&Bleed na SO)

Pre nadprojektové udalosti je možné uvažovať s dopĺňaním PG pomocou SHNČ cez trasy odluhov a odkalov PG. Taktiež je možné prejsť k využitiu HW vzájomným krížením redundancií. Z hľadiska časovej výdrže sú však tieto konfigurácie totožné s konfiguráciami, kedy je systém SHNČ využívaný v projektovej konfigurácii (striktne rozdelenie podľa redundancií). Význam týchto konfigurácií spočíva v zásadnom zrobusťnení stratégie Feed&Bleed na SO.

Parogenerátory s PSA PG v kombinácii s gravitačným plnením priamo z NN

V prípade udalosti SBO, ktorá nie je kombinovaná/indukovaná seizmickou záťažou bloku je možné ako zdroj NV využiť **gravitačné plnenie PG priamo z NN** bez použitia akéhokoľvek čerpadla systému normálneho, resp. havarijného doplnenia. Jedná sa teda o pasívny spôsob napájania PG. Na základe výpočtových podporných analýz pre potreby predpisu PHP ECA-0.0 možno konštatovať, že s prihliadnutím k zásoby vody v PG je potencionálna doba použiteľnosti (mission time) tejto konfigurácie na úrovni 25h.

Havarijné systémy chladenia AZ (vysokotlaký JNF, nízkotlaký JNG)

V režime **Feed&Bleed** za použitia JNF čerpadiel je možné prejsť podobne ako pri SHNČ v predchádzajúcom prípade na konfigurácie HW, ktoré vychádzajú za rámec jednotlivých redundancií BS. je totiž možné tvoriť konfigurácie pre túto stratégiu aj krížením HW z rôznych redundancií. Z hľadiska časovej výdrže sú však tieto konfigurácie totožné s konfiguráciami, kedy sú bezpečnostné systémy bloku využívané v projektovej konfigurácii (striktne rozdelenie podľa redundancií). Význam týchto konfigurácií spočíva v zásadnom zrobusťnení stratégie Feed&Bleed na PO za použitia JNF čerpadiel.

V režime odvodu tepla pomocou **systému havarijného dochladzovania bloku pri seizmickej udalosti (JNB)** je možné prejsť podobne ako v predchádzajúcom prípade na konfigurácie HW, ktoré vychádzajú za rámec jednotlivých redundancií BS. je totiž možné tvoriť konfigurácie pre túto stratégiu aj krížením HW z rôznych redundancií. Z hľadiska časovej výdrže sú však tieto konfigurácie totožné s konfiguráciami, kedy sú bezpečnostné systémy bloku využívané v projektovej konfigurácii (striktne rozdelenie podľa redundancií). Význam týchto konfigurácií spočíva v zásadnom zrobusťnení stratégie RHR na PO za použitia JNG čerpadiel.

Nízkotlaký havarijný systém chladenia AZ je možné využiť na odvod tepla z AZ v režime Feed&Bleed.

i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)

Režim	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
1, 2, 3	Nie	-	Vysoký tlak v PO
4, 5	Áno	neobmedzene	Tlak v PO menej ako 0,7MPa, recirkulačný režim z podlahy kontainmentu
6	Áno	neobmedzene	recirkulačný režim z podlahy kontainmentu

Použiteľnosť stratégie F&B s nízkotlakým čerpadlom JNG je silne závislá na okrajových podmienkach IU, kedy je možné uvažovať o nasadení tejto konfigurácie. Dominantným parametrom je celkové akumulované teplo v PO, nakoľko tento parameter ovplyvňuje schopnosť rýchleho odtakovania PO prostredníctvom uzlu PV KO pod záverný tlak čerpadiel JNG. Okrem samotného čerpadla je pre tieto konfigurácie nutná disponibilita príslušnej zásobnej nádrže kyseliny boritej alebo zásoba chladiwa na podlahe boxu PG. Tento režim odvodu tepla je popísaný v predpise SORNS FR-H.1, resp. SDFR-H.1 do ktorého operátor vstupuje pri červenej prioritě pre KBF Odvod tepla z AZ. Táto stratégia je havarijnou možnosťou odvodu tepla z AZ v prípade, že došlo k strate odvodu tepla na SO, napríklad v dôsledku straty napájania PG a naviac nie je k dispozícii vysokotlaký zdroj

doplňovania chladiva PO (JNF). V prípade prechodu na recirkulačnú fázu je možné túto konfiguráciu prevádzkovať dlhodobo, nakoľko sa jedná o uzatvorený chladiaci okruh. Chladičom je chladič JMN23(43,63)BC001.

Kríženie redundancií TVD

Pri špecifických nadprojektových udalostiach je možné pristúpiť ku kríženiu redundancií TVD a tým pádom využiť aj projektovo neuvažovanú redundantnosť TVD pre každú redundanciu BS. V tomto kontexte je následne robustnosť systému TVD v prípade BDBA výrazne zvýšená, nakoľko každý z BS môže využívať ako konečný recipient tepla ľubovoľný zo systémov TVD. Vzájomné prepojenie redundancií TVD je možné realizovať na prírodných a odvodných rádoch TVD technologických kondenzátorov systému dochladzovania.

1.3.2.4. Zdroje striedavého napájania a batérie, ktoré by mohli napájať každú trasu (napr.: pohon čerpadiel a armatúr pre účely ovládania systémov)

Komponenty uvedených konfigurácií sú napájané hlavne z II. kat. SYZAN, čo znamená, že v prípade výpadku pracovného alebo rezervného napájania je ich možné elektricky napájať z DG. Zároveň PSA PG a RČA na parovodoch PG a na všetkých systémoch nachádzajúcich sa na strane PO sú napájané z I. kat. SYZAN. Tieto armatúry je preto možné napájať z batérií. Z hľadiska redundantnosti je elektrické napájanie navrhnuté tak, že v prípade prevádzky redundantných zariadení/trás v daných systémoch je ich napájanie realizované redundantne z jedného DG. Ako bolo spomenuté v kapitole 1.3, každé zariadenie má v databáze priradené všetky elektrické prívody, z ktorých je napájateľné. Preto pri filtrovaní cez danú IU je možné analyzovať straty zariadení v dôsledku výpadkov všetkých prívodov elektrického napájania.

1.3.2.5. Požiadavky a metódy chladenia zariadenia, ktoré patrí k určitej trase odvodu tepla; špeciálny dôraz by mal byť kladený na verifikáciu skutočnej diversity alternatívnych trás odvodu tepla (napr. chladenie vzduchom, chladenie s vodou zo separátnych zdrojov, potenciálne obmedzenia pre zabezpečenie potrebného chladiva).

Prevádzkové systémy

Systém dochladzovania

- Konečným recipientom tepla v oboch uvažovaných prevádzkových režimoch je systém technickej vody dôležitej. Na strane PO je odvod tepla z AZ realizovaný v režime prirodzenej cirkulácie (konzervatívny predpoklad použitý pri tvorbe konfigurácii).
- Parný a vodný režim dochladzovania predstavujú vo svojej podstate dve HW a fyzikálne diverzitné konfigurácie nakoľko každý z režimov používa na cirkuláciu chladiva v chladiacom okruhu vzájomne odlišné čerpadlá (HNČ, resp. DČ).
- Strata TVD spôsobí neprevádzkyschopnosť systému dochladzovania, pretože pre tento systém predstavuje konečný odvod tepla. Zároveň čerpadlá HNČ a DČ strácajú chladenie upchávok. Elektromotory čerpadiel sú chladené vzduchom.
- TK1 je chladený 1. systémom TVD, TK2 je chladený 2. systémom TVD. Pre potreby chladenia každého TK systém predstavuje 3. systém TVD redundantnú zálohu.

- Konečným odvodom tepla pre systém TVD je atmosféra. Oteplená TVD sa totiž chladí na chladiacich vežiach TVD. Každý systém má vlastnú sadu veží a čerpadiel.

Bezpečnostné systémy

Feed&Bleed na SO s SHNČ

- Konečným recipientom tepla je atmosféra. Odvod tepla z AZ preto nie je závislý na špeciálnom chladiacom okruhu, ktorý sprostredkúva prenos tepla z PO do konečného recipientu.
- Strata TVD spôsobí neprevádzkyschopnosť systému ak nie je k dispozícii pracovné napájanie z BBB, BBC, resp. BBD, pretože dôjde k výpadku DG, ktoré poskytujú autonómne napájanie SHNČ.
- SHNČ sú chladené vzduchom. Pre ich prevádzku nie sú potrebné akékoľvek dedikované pomocné systémy.
- Stratégia Feed&Bleed na SO je diverzitnou stratégiou odvodu tepla, pretože predstavuje najjednoduchší a najrobustnejší spôsob odvodu tepla cez SO realizovateľný s minimom zariadení.

Havarijné systémy chladenia AZ (vysokotlaký a nízkotlaký)

- Konečným recipientom tepla je vždy TVD. Na odvod tepla sa využíva chladič JMN23,43,63BC01.
- Strata TVD spôsobí neprevádzkyschopnosť systému, pretože dôjde k výpadku DG, ktoré poskytujú autonómne napájanie týmito konfiguráciami. V prípade, že by bolo k dispozícii napájanie čerpadiel, konfigurácie stratili konečný odvod tepla. Navyše, čerpadlo JNF stratilo chladenie.
- V prípade nefunkčnosti sprchového chladiča je možné v rádoch desiatok hodín odvádzať teplo z AZ v akumulačnom režime. Je možné využiť akumulačnú schopnosť chladiča z nádrží HSCHAZ ako aj žľabov barbotážneho systému JMP. Celkovo je k dispozícii viac ako 2000 m³ chladiča.
- Stratégie odvodu tepla s využitím havarijných systémov predstavujú ďalší diverzitný spôsob odvodu tepla avšak len na úrovni primárnych zariadení. V prípade systému konečného odvodu tepla sú závislé na systéme TVD.

Ostatné systémy

Feed&Bleed na SO s HNČ

- Pre tieto konfigurácie platia tvrdenia z konfigurácií analogických za použitia s SHNČ. Jediný rozdiel spočíva v nutnosti chladiť upchávky HNČ pomocou TVD a odlišným je aj zdroj chladiča. Ten svojou kapacitou výrazne zaostáva za možnosťami konfigurácií s SHNČ a v prípade nefunkčnosti systému DV 1 MPa nie je možné predlžovať dobu jeho použiteľnosti.

Gravitačné plnenie PG z NN

- Konečným recipientom tepla je atmosféra. V princípe sa jedná o režim Feed&Bleed.
- Využitelnosť tejto stratégie je, podobne ako v predchádzajúcom prípade, limitovaná objemom vody v NN, ktorý ani v prípade optimistických odhadov spravidla neprevyšuje 250t.

- Keďže sa však jedná o pasívny systém nevyužívajúci čerpadlá, môžeme ho považovať za ďalší diverzitný spôsob zabezpečenia BF Odvod tepla z AZ.

Doplňovanie PG pomocou mobilného havarijného zdroja napájacej vody

- Konečným recipientom tepla je atmosféra. Odvod tepla z AZ preto nie je závislý na špeciálnom chladiacom okruhu, ktorý sprostredkúva prenos tepla z PO do konečného recipientu.
- Strata TVD nespôsobí neprevádzkyschopnosť systému. Vysokotlaké čerpadlo na špeciálnom požiarnom vozidle rovnako nie je závislé na práci DG, lebo je poháňané vlastným spaľovacím motorom.
- Pre prevádzku mobilného havarijného zdroja napájacej vody nie sú potrebné akékoľvek dedikované pomocné systémy.

1.3.3. Odvod tepla z BSVP do konečného recipientu tepla

Rozlišujeme dva rôzne režimy skladovania vyhoretého, resp. ožiareného paliva uvažované v projekte BSVP VVER-440/V213:

- Vyhoreté palivo z predchádzajúcich kampaní za účelom zníženia ich aktivity a zvyškového tepelného výkonu. Nominálna hladina v tomto režime je minimálne 14,45m.
- Pre udalosť strata odvodu tepla z BSVP je najkritickejším scenárom vyvezenie celej aktívnej zóny do BS. V takomto prípade je nutné odvádzať celý jej zvyškový výkon, ako aj výkon kaziet z predchádzajúcich kampaní, dočasne skladovaných v BS. Vyvezenie celej AZ je najsprávnejšie realizovateľné 10 dní po odstavení reaktora. Doba zotrvania v tomto režime je cca 25dní raz za 4 roky. Kazety sú v tomto režime umiestnené v dvoch roštoch uložených nad sebou. Hladina v BS je zvýšená na 21 m.

Odvod zvyškového tepla z vyhoretého jadrového paliva je realizované nepretržitou nútenou cirkuláciou chladiacej vody v BS cez chladiče chladené technickou vodou dôležitou. Konečným recipientom zvyškového tepla z paliva je TVD (pre projektové, aj nadprojektové udalosti). Strata poslednej funkčnej redundancie projektového systému odvodu tepla z BSVP predstavuje významný cliff-edge efekt a od tohto momentu je nutné odvádzať vznikajúce teplo priamo varom a vyparovaním chladiča v BSVP.

1.3.3.1. Všetky existujúce prostriedky/ trasy na odvod tepla z BSVP

Teplota v skladovacom bazéne sa počas normálnej prevádzky udržiava na hodnote 30°C - 40 °C pomocou dvoch nezávislých chladiacich systémov. Systémy FAK11 a FAK12 dokážu každý samostatne odvieť zostatkové teplo z paliva skladovaného v základnej mreži ako aj maximálnu tepelnú záťaž z operatívneho vyvezenia paliva. Prevádzku systému podrobne opisuje prísl. prevádzkový predpis. Spôsob riešenia nepravdepodobného súčasného zlyhania všetkých systémov chladenia BSVP (ešte pred narušením Kritickej Bezpečnostnej Funkcie) opisujú prevádzkové predpisy AS/0100.

Podmienky v BSVP sú trvale monitorované a vyhodnocované pomocou stavov KBF. Problematike núdzových stavov BSVP (zlyhanie všetkých projektových systémov, resp. strata integrity BSVP a následné porušenie KBF) je venovaný predpis SD-FR-SFP zo série predpisov NS/0400. Pre zabezpečenie KBF je predpokladané využitie systémov, ktoré v bežných prev. podmienkach plnia iné funkcie, sú však potenciálne využiteľné aj pre tento účel.

Okrem systémov pre zabezpečenie odvodu tepla z BSVP popísaných v spomínaných predpisoch boli v priebehu stress testov identifikované niektoré ďalšie trasy zabezpečujúce odvod tepla z BSVP. Všetky konkrétne konfigurácie systémov a komponentov použiteľné pre splnenie KBF pre BSVP sú súčasťou Databázy konfiguračných matric vytvorenej pre účely hodnotenia vplyvov externých udalostí na redundantnosť zabezpečenia BF.

Odvod tepla z BS je možný nasledujúcimi spôsobmi:

- Prostredníctvom prevádzkových systémov FAK11,12
- Akumuláciou tepla v nádržiach JNG
- Varom s odvodom pary na RS

1.3.3.2. Príslušné informácie o rozmiestnení, fyzickej ochrane, časových obmedzeniach pre použitie, o napájacích zdrojoch a požiadavkách na chladenie zariadení pojednaných v bode 1.3.2.

Prevádzkové systémy

Základný systém na odvod tepla z BSVP počas všetkých režimov normálnej prevádzky

Systém sa skladá z dvoch redundantných rovnocenných okruhov FAK11 a FAK12, každý je projektovaný na odvod zbytkového tepla do výkonu 8,14 MW.

i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)

Režim BSVP	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
všetko palivo vyvezené do BSVP, hladina v BSVP $\geq 21,0\text{m}$, výkon 4,87MWt	Áno	neobmedzene	
v BSVP je iba vyhoreté palivo z minulých kampaní, hladina v BSVP $\geq 14,45\text{m}$, výkon 1,25MWt	Áno	neobmedzene	

ii. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Všetky zariadenia sú umiestnené v HVB a sú seizmicky z odolnené pre $\text{PGA} = 0,1g$.

Z hľadiska externých záplav zariadenia nie sú ohrozené, nakoľko sú umiestnené v HVB na podlaží +6m.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

Z vykonaných analýz vyplýva, že extrémne teploty a vietor nemôže ovplyvniť okruh TVD (kapitola 4).

Akumulácia tepla v nádržiach JNG

BSVP je možné chladiť dopĺňovaním z havarijných nádrží JNG20(40,60)BB001(2) s následným drenážovaním ohriateho chladiva späť, pričom dôjde k akumulácii tepla v nádržiach a k oddialeniu varu

v BS. Nádrže JNG sú počas prevádzky nahriate na 55°C. Uvažujeme ich náhrev na 90°C. Na prečerpávanie chladiva z JNG do BS je možné použiť okrem FAK10AP001 aj čerpadlá KDE13(14)AP001.

i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)

Režim BSVP	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [h]	Vysvetlenie
všetko palivo vyvezené do BSVP, hladina v BSVP $\geq 21,0\text{m}$, výkon 4,87MWt	Áno	3	Do náhrevu na 90°C. Viac informácií je v kapitole 5.2.
v BSVP je iba vyhoreté palivo z minulých zavážok, hladina v BSVP $\geq 14,45\text{m}$, výkon 1,25MWt	Áno	6	Do náhrevu na 90°C. Viac informácií je v kapitole 5.2.

ii. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Niektoré zariadenia uvedeného reťazca odvodu tepla nemajú seizmickú kvalifikáciu. Po seizmickej udalosti prekračujúcej $\text{PGA} = 0,03\text{g}$ je možné očakávať stratu ich prevádzkyschopnosti.

Z hľadiska externých záplav zariadenia nie sú ohrozené, nakoľko sú umiestnené v HVB na podlaží +6 m.

Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

Odvod tepla z BS varom s odvodom pary na RS

Po výpadku chladenia sa chladivo v BS ohrieva na teplotu sýtosti a teplotu varu dosiahne po 2,7h (režim s vyvezeným palivom v hornej mreži, výkon 4,87MW) až 10,7h (normálny stav, výkon 1,25MW). Teplo je odvádzané v dôsledku produkcie pary, ktorá stúpa z bazénu skladovania vyhoreného paliva na reaktorovú sálu. Pri tomto spôsobe odvodu tepla dochádza k znižovaniu množstva chladiva v BS a pokiaľ nie je zabezpečené adekvátne doplňovanie môže dôjsť až obnaženiu a poškodeniu paliva. Na doplňovanie BS je možné použiť akýkoľvek nízkotlaký zdroj vody. Odparovanie chladiva z BS spôsobuje rozširovanie rádioaktívnych látok na reaktorovú sálu a príslušné priestory a preto je akceptovateľné len ak nie sú k dispozícii žiadne iné možnosti odvodu tepla. Zahusťovanie chladiva je riešené periodickým preplachom (metóda je popísaná v podpornom dokumente pre TSC).

Z čerpadiel pripojených na II. kategóriu zaisteného napájania je možné využiť na doplňovanie BS JNF20(40,60)AP001, JNG20(40,60)AP001, KBA20(40,60)AP001 a KBJ10(50)AP001 len prípade, že je odstránené hradidlo medzi BV a BS a reaktorový blok je v režime 6 alebo 7, lebo výtlaky čerpadiel je možné zaustiť len do PO. V opačnom prípade alebo ak z technologických dôvodov nie je možné zaplniť BV nie je možné použiť čerpadlá napájané zo zaisteného napájania.

Pomocou čerpadiel FAK10AP001, KDE13(14)AP001 a KDA63AP001 je možné vyčerpať do BS obsah všetkých zásobných nádrží JNF20(40,60)BB001 a JNG20(40,60)BB001(2). Čerpadlá sú však napájané z nezaisteného el. napájania III. kategórie a nie sú seizmicky odolné $\text{PGA} = 0,03\text{g}$.

Na MO34 je k dispozícii na doplňovanie BS minimálne 1000t chladiva zo systému JNR v prípade, že je roztesnená hermetická zona (režimy 5,6,7) a je možné využívať systém JNR aj na iné účely ako len zabezpečenie integrity kontainmentu. Použitie JNR10AP002 je výhodné z dôvodu vlastného nezávislého zdroja zaisteného napájania.

Všetky hore uvedené čerpadlá majú prietok podstatne väčší ako je najkonzervatívnejší odhad množstva odpareného chladiva. Taktiež je možné dopĺňovať BS pomocou požiarnych čerpadel.

Alternatívou v prípade SBO je použitie gravitačného dopĺňovania z barbotážnych žlabov. Počet využiteľných žlabov je závislý na hladine v BS, lebo drenážovať do BS môžeme len barbotážny žlab, ktorý je položený vyššie ako je aktuálna hladina v BS. Gravitačné dopĺňovanie z barbotážnych žlabov je najspoľahlivejšia metóda dopĺňovania BS.

i. Potencionálna doba použiteľnosti (mission time)

Režim BSVP	Použiteľnosť	Dosiahnutie stavu [dní]	Vysvetlenie
všetko palivo vyvezené do BSVP, hladina v BSVP $\geq 21,0\text{m}$, výkon 4,87MW	Áno	5	Viac informácií je v kapitole 5.2.
v BSVP je iba vyhoreté palivo z minulých kampaní, hladina v BSVP $\geq 14,45\text{m}$, výkon 1,25MW	Áno	21	Viac informácií je v kapitole 5.2.

Odhad doby použiteľnosti vzhľadom na veľmi široké spektrum možných konfigurácií bol vykonaný len pre dopĺňovanie BS len z barbotážnych žlabov. Na jeden blok potreba dopĺňovania BSVP pri odvode tepla z BSVP varom chladiva predstavuje od 2t/h (výkon 1,25MW) do 8t/h (výkon 4,87MW). V prípade vyvezenej AZ (výkon 4,87MW) môžeme využiť len prvých 7 žlabov a v prípade že je BS len palivo z minulých kampaní (výkon 1,25MW) môžeme využiť horných 9 žlabov.

ii. Odolnosť proti extrémnym externým udalostiam

Všetky zariadenia využívané na gravitačné dopĺňovanie BS majú seizmickú odolnosť $\text{PGA} = 0,1\text{g}$. Z hľadiska externých záplav sú ohrozené len niektoré miestnosti s armatúrami na podlaží $\pm 0\text{m}$, pokiaľ však budú dostupné pre obsluhu, je možné ich otvoriť ručne. Vplyv extrémnych teplôt, vetra a dažďov na zariadenia sa vzhľadom na ich umiestnenie v HVB považuje za nepravdepodobný.

1.3.4. Odvod tepla z kontajneru do konečného recipientu tepla

1.3.4.1. Všetky existujúce systémy/ reťazce používané pre odvod tepla z kontajneru do primárneho recipientu (atmosféry) a do sekundárnych recipientov (diaľkové vykurovanie)

Pre zabezpečenie BF Integrita kontajneru (v kontexte tejto správy sa jedná len o Odvod tepla z kontajneru) sú v projekte VVER-440/V213 navrhnuté nasledovné systémy :

- Vzduchotechnické systémy chladenia kontajneru (KLA10,11),
- Sprchový systém kontajneru (JMN)
- Vákuobarbotážny systém (JMP)

Projektom uvažované použitie týchto systémov je nasledovné:

Cirkulačný systém chladenia boxu parogenerátorov KLA10 - projektom uvažovaná konfigurácia tohto systému sa využíva chladenia vzduchu boxu PG. Použitie tohoto systému sa uvažuje len za normálnej prevádzky. Chladí miestnosti číslo : A201, A202, A203, A211 (+6,0m), A302, A306, (+10,5m), A525, A526, A527 (+18,9m). Systém je zložený z troch ventilátorov a troch priradených

chladičov. Dva ventilátory sú prevádzkované ako pracovné, tretí je navolený v automatickej rezerve. Celkové cirkulačné množstvo dvoch pracujúcich ventilátorov je 130.000m³/hod. Teplo a vodná para sa odvádzajú zo vzduchu pomocou povrchových chladičov. Chladiče sú dvojsečné. Prvou sekciou prúdi TVD a druhou sekciou prúdi chladená voda. Konečným recipientom tepla odvedeného z kontajneru je systém TVD a systém chladenej vody QKJ. Systém pracuje trvale v nominálnom režime.

Cirkulačný systém chladenia šachty reaktora KLA11 – zaisťuje chladenie šachty reaktora. Systém je zložený z troch ventilátorov a troch priradených chladičov. Jeden ventilátor je prevádzkovaný ako pracovný, dva sú navolené ako automatická rezerva. Celkové cirkulačné množstvo jedného pracujúceho ventilátora je 65.000m³/hod. Teplo a vodná para sa odvádzajú zo vzduchu pomocou povrchových chladičov. Chladiče sú dvojsečné. Prvou sekciou prúdi TVD a druhou sekciou prúdi chladená voda. Konečným recipientom tepla odvedeného z kontajneru je systém TVD a systém chladenej vody QKJ. Systém pracuje trvale v nominálnom režime.

Sprchový systém kontajneru (JMN)

Projektom uvažovaná konfigurácia tohto systému využíva trasovanie cez tepelný výmenník HSCHAZ a recirkuláciu chladiva PO z podlahy kontajneru. Prietok chladiva cez sprchový výmenník je zabezpečený prácou JNG a JMN čerpadla. Konečným recipientom tepla je systém TVD. Odvod tepla z kontajneru je realizovaný týmto systémom počas DBA sekvencií, v ktorých dochádza k úniku chladiva PO alebo SO v kontajneru. Systém je tvorený tromi funkčne samostatnými podsystémami.

Systém je určený pre dlhodobý odvod tepla z kontajneru po závažných havarijných stavoch. Po prechode sania čerpadel systémov JNG, JMN z havarijných nádrží na sanie z podlahy boxu a zatvorení recirkulácie čerpadel (z dôvodu zabránenia prečerpania média späť do nádrže) prebieha odvod tepla z kontajneru nasledovne: médium je prečerpávané z podlahy boxu cez sprchový chladič, na ktorom sa ochladí. Odvod tepla zabezpečuje príslušný systém TVD. Ochladené médium je ďalej prečerpávané pomocou :

- čerpadla JMN cez trysky sprchového systému do kontajneru, kde akumuluje uvoľnenú energiu a znovu cez sanie z podlahy boxu dopravované na sprchový chladič.
- čerpadla JNG na chladenie aktívnej zóny a následne cez vzniknutú netesnosť do boxu PG. Odtiaľ sa dostane cez sanie z podlahy boxu na sprchový chladič.

Vákuobarbotážny systém (JMP)

Vákuobarbotážny systém patrí do systému znižovania tlaku v hermetickej zóne a lokalizácie rádioaktívnych únikov. Je pasívnym systémom. Pracuje v súčinnosti so sprchovým systémom JMN v prípade havárie jadrového bloku, spojenej s únikom pracovných médií do hermetickej zóny a následným zvyšovaním tlaku a teploty v týchto priestoroch. Hlavnou časťou systému sú barbotážne žlaby so spätnými a samozatváracími klapkami, záchytné plynojemy, čerpadlo vákuobarbotážneho systému, chladič roztoku vákuobarbotážnych žlabov. Konečným recipientom odvodu tepla je TVN.

Po udalosti spojenej s únikom média do kontajneru je k dispozícii možnosť chladiť roztok z vákuobarbotážnych žlabov a tým aj odľahčiť tepelné namáhanie kontajneru pomocou chladiča

vákuobarbotážnych žlabov. Ak sú k dispozícii požadované zdroje nezaisteného napájania, ide o dlhodobý systém vzhľadom k naakulovanému objemu média vo vákuobarbotážnych žlaboch. Chladiaci výkon tohoto systému však bude závisieť na aktuálnej prevádzkyschopnosti systému TVN.

Vzhľadom k skutočnosti, že hodnotenie blokov má byť vykonané aj v oblasti nadprojektových udalostí, pre zabezpečenie BF Integrita kontainmentu boli uvažované aj nasledovné konfigurácie systémov elektrárne vychádzajúce za rámec ich typického projektového použitia :

Vzduchotechnické systémy chladenia (KLA10, 11)

V prípade BDBA je v prípade splnenia špecifických podmienok s prihliadnutím na charakter danej udalosti možné pristúpiť k stratégii odvodu tepla z kontainmentu aj za pomoci systémov KLA10, 11.

Sprchový systém kontainmentu (JMN)

V prípade BDBA je možné uvažovať s využitím JMN čerpadiel, podobne ako v prípade stratégií za využitia čerpadiel JNF, JNG spomenutých vyššie, v takých konfiguráciách HW, ktoré vychádzajú za rámec jednotlivých redundancií BS. V princípe je totiž možné tvoriť konfigurácie pre túto stratégiu aj krížením HW z rôznych redundancií.

Vákuobarbotážne žlaby (JMP)

V prípade BDBA je v prípade splnenia špecifických podmienok s prihliadnutím na charakter danej udalosti možné pristúpiť k stratégii odvodu tepla z kontainmentu aj za pomoci systému JMP. Chladiaci výkon tohoto systému však bude závisieť na aktuálnej prevádzkyschopnosti systému TVN.

1.3.4.2. Príslušné informácie o rozmiestnení, [REDAKOVANÉ] časových obmedzeniach pre použitie, o napájacích zdrojoch a požiadavkách na chladenie zariadení pojednaných v bode 1.3.4.

Vzduchotechnické systémy chladenia (KLA10, 11)

Vzduchotechnické systémy KLA10,11 sú umiestnené v HVE [REDAKOVANÉ]

[REDAKOVANÉ]
[REDAKOVANÉ] Napájanie elektromotorov je z II. kategórie zaisteného napájania. Sumárny chladiaci výkon týchto systémov však bude závisieť na aktuálnej prevádzkyschopnosti systému chladenej vody QKJ a TVD.

Sprchový systém kontainmentu (JMN)

Každý sprchový chladič má zariadenie umiestnené v HVB [REDAKOVANÉ]
[REDAKOVANÉ] čerpádlá nízkotlakého havarijného systému JNG a sprchového systému JMN. Čerpádlá sú napájané z II. kategórie zaisteného napájania, chladené sú prečerpávaným médiom.

Vákuobarbotážny systém

Vákuobarbotážne žlaby sú umiestnené v kontainmente [REDAKOVANÉ]
[REDAKOVANÉ] Čerpadlo a chladič sú umiestnené [REDAKOVANÉ] Čerpadlo je napájané

z nesyستمovej rozvodne, k prevádzke chladiča je potrebné mať k dispozícii TVN, ktorej čerpadlá sú napájané z nesyستمových rozvodní. Po udalosti spojenej s únikom média do kontainmentu je k dispozícii možnosť chladiť roztok z vakuobarbotážnych žlabov, a tým aj odľahčiť tepelné namáhanie kontainmentu pomocou chladiča vakuobarbotážnych žlabov. Ak sú k dispozícii požadované zdroje nezaisteného napájania, ide o dlhodobý systém vzhľadom k naakulovanému objemu média vo vakuobarbotážnych žlaboch. Chladiaci výkon tohoto systému však bude závisieť na aktuálnej prevádzkyschopnosti systému TVN.

1.3.5. Striedavé zdroje napájania

1.3.5.1. Napájanie zo siete

1.3.5.1.1. Informácie o spoľahlivosti napájania zo siete: historické data minimálne z výpadkov siete, ich trvanie počas prevádzky elektrárne

Zoznam udalostí spôsobených poruchami siete sú k dispozícii v rozšírenej verzii Správy zo stress testov.

1.3.5.1.2. Prepojenie elektrárne s vonkajšou sieťou: prenosové linky a potenciálne zemné trasy s ich pripojovacími bodmi, fyzická ochrana a projektové opatrenia proti vnútorným a vonkajším ohrozeniam.

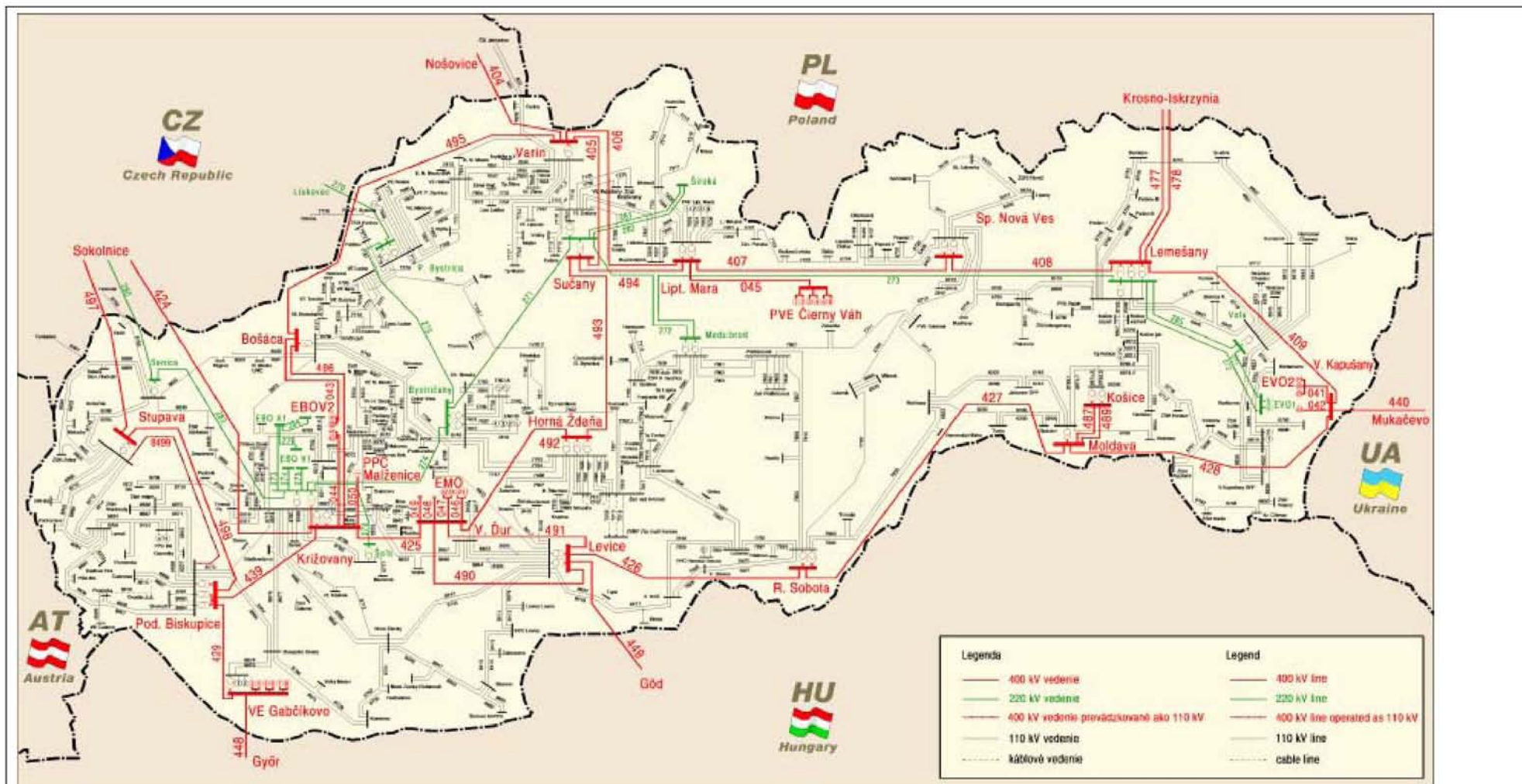
Na každom reaktorovom bloku sú inštalované 2 turbogenerátory.

Výkon generátorov je zapuzdrenými vodičmi privedený na blokové transformátory 259 MVA; 15,75 kV. Po transformácii na napätie 400 kV je privedený do 400 kV zvn rozvodne, ktorá je zaradená za blokovým transformátorom. Do rozvodne je zaústené 400 kV vedenie, ktorým je vyrábaný výkon prenášaný do 400 kV zvn rozvodne mimo elektrárne. Výkon z oboch blokov JE EMO12 je vyvedený dvomi linkami do rozvodne zvn 400 kV Veľký Ďur, vzdialenej cca 7 km.

Elektrická schéma umožňuje zabezpečiť pri práci aspoň jedného RB, bez ohľadu na prechodné stavy v ES, napájanie rezervného TR druhého bloku a tým napájanie celej VS tohto bloku.

Všetky aktívne spotrebiče na JE EMO1,2 sú napájané elektricky a preto je kladený veľký dôraz na diverznosť a redundantnosť zdrojov elektrického napájania. Zabezpečí bezpečné odstavenie Re a podkritičnosť AZ, chladenie AZ, odvod zbytkového výkonu, integritu HZ a podľa potreby dochladenie reaktora do studeného stavu. Možné konfigurácie elektrického napájania vlastnej spotreby elektrárne sú:

- z jedného zo štyroch pracujúcich TG elektrárne, pokiaľ elektráreň dodáva energiu do siete 400 kV cez transformátor vlastnej spotreby a tiež v prípade zregulovania práce bloku nachod na vlastnú spotrebu,
- 2 x zo siete rozvodu 400 kV - cez trasy vyvedenia výkonu bloku do elektrickej siete, keď sú TG odstavené (2x 400 kV linka z rozvodne Veľký Ďur),
- 2 x z rezervných transformátorov bloku - z rezervného napájania 110 kV po AZR (2x 110kV z rozvodne Veľký Ďur),
- z DG – II. kat zaisteného napájania,
- z batérií – I. kategória napájania.



Obr. 1.3.5- 5.: Začlenenie JE EMO12 do elektrizačnej sústavy Slovenska <http://www.sepsas.sk/seps>

Na JE EMO12 sú nasledovné možnosti napájania spotrebičov:

Začlenenie JE EMO12 do prenosovej sústavy 400 kV ES Slovenska je na obr. 1.3.4-1.

Správa je zameraná na I. a II. kategóriu zaisteného napájania, keďže sa predpokladá nedostupnosť vonkajšej rozvodnej siete, prípadne nedostupnosť DG a po čase nedostupnosť akumulátorových batérií.

Na úrovni DG a bateriek je počet spotrebičov limitovaný, čo súvisí s kapacitou zdroja. Napájanie týchto spotrebičov zabezpečujú tri nezávislé systémy zaisteného napájania. Každý zo systémov je schopný v prípade havárie zaistiť jadrovú bezpečnosť bloku vo všetkých režimoch a prevádzkových stavoch bloku, pričom dostupnosť kategórií je čo do výkonu a vybavenia schopná zabezpečiť bezpečný odvod zbytkového výkonu (odstavenie) bloku s 200 % zálohovaním.

1.3.5.2. Elektrické napájanie vlastnej spotreby

1.3.5.2.1. Hlavné káblové trasy a rozvodne

Schéma napájania vlastnej spotreby začína pracovnými TR VS 1BBT01(02), ktoré sú napájané z línie vyvedenia výkonu odbočkou za generátorovým odpojovačom. Týmto TR sa znižuje napätie z 15,75 kV na hodnotu 6,3 kV, vhodnú pre napájanie spotrebičov vo VS.

Z každého pracovného TR VS sú napájané dva rozvádzače 6 kV nezaisteného napájania. Z TR 1BBT01 sú to rozvádzače 1BBA a 1BBB, z TR 1BBT02 rozvádzače 1BBC a 1BBD. Z týchto rozvádzačov sú napájané spotrebiče VS, ktoré vzhľadom na svoj výkon vyžadujú napájacie napätie 6 kV. TR VS je pripojený na trasu vyvedenia výkonu pred blokovým TR zapuzdrenými vodičmi 15,75kV/11kA. Vývod do 6 kV rozvodní nezaisteného napájania je urobený zapuzdrenými vodičmi 6kV/2,5 kA.

Okrem týchto pracovných zdrojov VS je možné použiť aj rezervné zdroje. Rezervným zdrojom pre napájanie VS 1.RB JE EMO12 je rezervný TR 7BCT01, ktorý je napájaný vedením 110 kV z rozvodne Veľký Ďur. Pre 2. RB je určený rezervný TR 7BCT02, ktorý je napájaný vedením 110 kV z rozvodne Veľký Ďur. Oba tieto TR je možno použiť v prípade potreby pre napájanie VS 1.RB, resp. 2.RB. Rezervné prípojnice sú vyhotovené zo zapuzdrených vodičov 6kV/2,5 kA.

Z rezervných TR VS sú napájané rezervné rozvodne 6 kV 0BBE a 0BBF a z nich priebežné rezervné prípojnice 6 kV 7BCA a 7BCB. Z rezervných prípojnic sú urobené rezervné prívody na jednotlivé 6 kV rozvádzače nezaisteného napájania. Z prípojnice 7BCA0 je urobený rezervný prívod na rozvádzače 1BBA, 1BBD, z prípojnice 7BCB0 je urobený rezervný prívod na rozvádzače 1BBB a 1BBC.

Na 6 kV rozvádzače VS nezaisteného napájania 1BBA, 1BBB, 1BBC a 1BBD sú pripojené spotrebiče, ktoré vyžadujú napájacie napätie 6 kV a vývody na znižujúce TR 6/0,4 kV (0,175 kV) označované BFT. Tieto TR napájajú 0,4 kV rozvádzače nezaisteného napájania 1BFA01, 1BFA02, 1BFB01, 1BFB02, 1BFF01, 1BFF02, 7BFC01, 7BFC01 (rozvádzače 7BFC sú napájané aj z 2. RB) a 0,175 kV rozvádzače 1BFE01 a 1BFE02, z ktorých sú napájané silové časti systému SORR.

Na 6 kV rozvádzače nezaisteného napájania sú pripojené aj TR umožňujúce napájanie 0,4 kV spotrebičov spoločnej VS pre oba RB. Týmto spotrebičmi sú ČČS, CHÚV, úpravovňa prídavnej vody, BPP, kompresorová stanica, prevádzková budova, administratívna budova. Napájanie týchto spotrebičov je umožnené z oboch RB. Každý zo spotrebičov má prívod z 1. aj 2. RB, ktoré sú prevádzkované podľa potreby.

Súčasťou schémy VS sú okrem EZ nezaisteného napájania aj EZ patriace do systému zaisteného napájania. V schéme VS JE EMO12 sú vyčlenené 3 nezávislé, identické systémy zaisteného napájania (SZN). Tieto systémy sú za nominálnych podmienok napájané zo 6 kV rozvádzačov nezaisteného napájania za nominálnych podmienok spojené so 6 kV rozvádzačmi II. kategórie SZN. Prepojené sú rozvádzače 1BBB-1BDK, 1BBC-1BDM, 1BBD-1BDL. Na každý 6 kV rozvádzač II. kategórie SZN sa môže ako núdzový zdroj SZN pripojiť DG. Z rozvádzačov 1BDK, 1BDL, 1BDM sú napájané 6 kV spotrebiče II. kategórie a ďalšie EZ II. a I. kategórie SZN.

V schéme VS je okrem troch nezávislých SZN vytvorený aj tzv. 4. systém zaisteného napájania I. kategórie, ktorý je zdvojený (TR 1BMT04, 1BMT14).

Ďalším systémom vytvoreným v schéme VS, je systém silového napájania SORR. Tento systém je tiež nazývaný 5. systém. Tvoria ho dva TR 6/0,175 kV 1BFT15 a 1BFT25 a rozvádzače 175V 1BFE01 a 1BFF02. Núdzový zások tvorí batéria 1BTA06 a j. s. rozvádzač 1BUE01.

Napájanie spoločnej VS JE je riešené prídomom z každého RB. Prívody sú prevádzkované podľa potreby a stavu jednotlivých blokov.

1.3.5.2.2. Rozmiestnenie, umiestnenie a fyzická ochrana proti interným a externým ohrozeniam

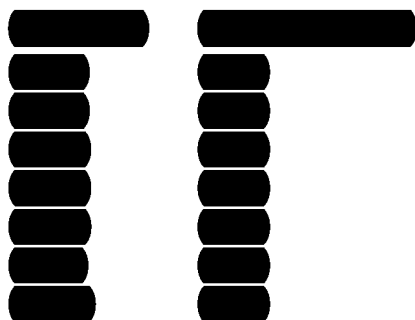
Transformátory rezervného napájania blokov JE EMO12 7BCT01 a 7BCT02 sú umiestnené pri vonkajšej stene strojovne oddelené medzi sebou protipožiarnou stenou (požiarna odolnosť steny 120min, oceľovej konštrukcie 45min).

TR VS sú umiestnené pri vonkajšej stene strojovne v rade s blokovými TR, od ktorých ich oddeľuje protipožiarna stena. TR stojí na podvozku s vybetónovanou zbernou jímkou oleja. Stanovisko TR je vybavené stabilným hasiacim zariadením.

Spojovacie vedenie medzi TR VS a 6 kV rozvodňami nezaisteného napájania je urobené zapuzdrenými vodičmi 2,5kA/6kV s podpernými izolátormi a vzduchovou izoláciou. Tieto vodiče sú schopné prenášať väčšie výkony ako káble.

Rozvádzače 6kV sú použité skriňové rozvádzače typu IRODEL VH151 a VH112 (výrobok EJF Brno). Izolovanie je urobené systémom pevná látka - vzduch. Časť izolácie je urobená pevnou izolačnou hmotou, do ktorej sú živé časti zaliate, alebo sú ňou obklopené. Bezpečná obsluha je zaistená dokonalým krytím a blokovaním.

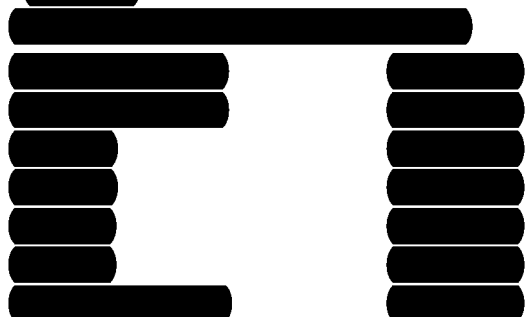
Rozvodne 6 kV sa nachádzajú v priečnej a pozdĺžnej etažérke



Elektrické zariadenia pre druhú kategóriu ZN vlastnej spotreby JE EMO12 sú, okrem DGS a ventilátorových chladiacich veží, umiestnené v HVB v etažérkach

Rozvod 0,4 kV VS je napájaný zo 6 kV rozvádzačov cez TR 6/0,4 kV. Sú umiestnené v rozvodniach 0,4 kV v bezprostrednej blízkosti rozvádzačov. Zo strany 6 kV sú TR pripojené celoplastovými káblami z príslušnej skrine 6 kV rozvádzača.

Rozvádzače 0,4 kV nesystémové sú umiestnené v rozvodniach v HVB v priečnej a pozdĺžnej etažérke



S rozvádzačmi sa v rozvodni nachádzajú tiež príslušné napájacie transformátory.

Rozvodne 0,4 kV nezaisteného napájania slúžia na napájanie spotrebičov do výkonu 175 kW a napájanie podružných rozvádzačov primárneho a sekundárneho okruhu. V rozvodni je spolu s rozvádzačom umiestnený aj TR, z ktorého je tento rozvádzač napájaný. Rozvádzače sú skriňového prevedenia typu UNIBLOK U-22D s krytím IP-40.

Opatrenia a zariadenia použité pre prevenciu vzniku a pre ochranu proti šíreniu požiaru v káblových priestoroch vyplývajú z bezpečnostných požiadaviek a protipožiarnych opatrení ČSN.

1.3.5.3. Hlavné zdroje záložného napájania

1.3.5.3.1. Zdroje napájania vlastnej spotreby ako náhrada pri strate napájania zo siete

V prípade zlyhania napájania zo siete dôjde k prechodu napájania dôležitých spotrebičov na apájanie z DG. Pripojenie jedného z trojice DG 6kV o výkone 2,8 MWe postačuje na zabezpečenie splnenia bezpečnostných funkcií.

Zdrojom napájania vlastnej spotreby ako náhrada pri strate napájania zo siete sú tri dieselgenerátory ktoré môžu byť pripojené na 6 kV rozvádzače

Základným režimom práce DG je režim „horúca rezerva“. V tomto režime je DG a jeho pomocné systémy pripravený k okamžitému automatickému štartu a plnému zaťaženiu spotrebičmi ZN II. kategórie.

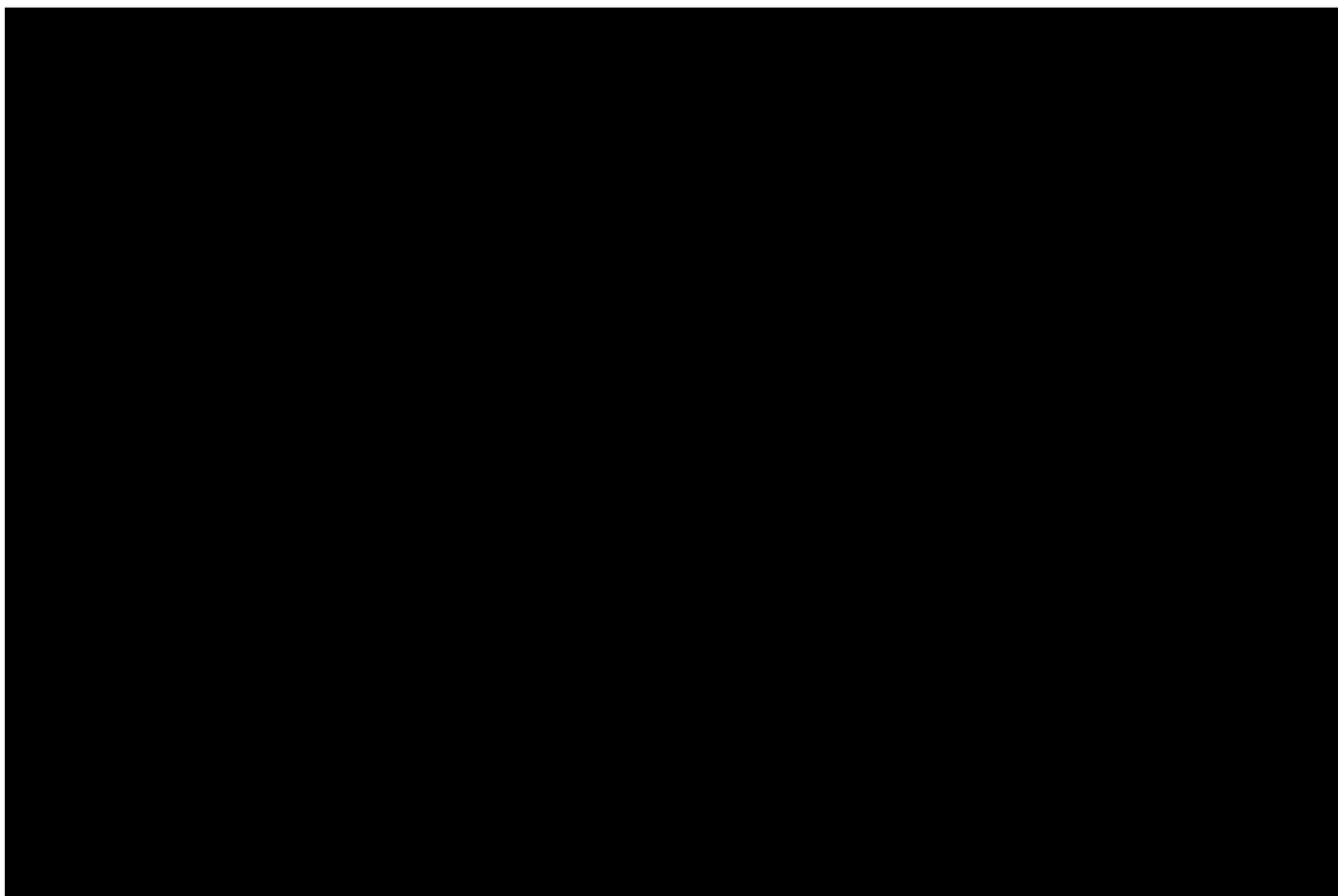
Pripravenosť DG v tomto režime je kontrolovaná obsluhou BD. Nepripravenosť resp. porucha DG je signalizovaná na BD, kde je privedený súčtový signál poruchy resp. nepripravenosti DG.

Systém zaisteného napájania II. kategórie zabezpečuje elektrické napájanie spotrebičov nevyhnutne potrebných pri prechodových javoch a núdzových stavoch súvisiacich s ochranou jednotlivých bariér JE.

Systém ZN II. kategórie tvoria tri nezávislé podsystémy. Každý podsystém sa skladá zo zariadení na napájanie spotrebičov II. kategórie:

- Dieselgenerátory slúžia ako nezávislé zdroje elektrickej energie pri výpadku pracovných a rezervných zdrojov napájania VS. Počas normálnej prevádzky bloku sú DG udržiavané v stave „teplá rezerva“, t. j. na teplotách blízkych prevádzkovým a štartujú v prípade potreby automaticky. Elektrický výkon DG je vyvedený na systémové rozvádzače 6 kV

- Rozvádzače 6 kV ZN II. kategórie [REDAKOVANÉ] slúžia na napájanie dôležitých spotrebičov kategórie D12.
- Úsekové rozvádzače 0,4 kV ZN II. kategórie [REDAKOVANÉ] sú určené na napájanie systémových podružných rozvádzačov a ostatných spotrebičov kategórie D12 na úrovni 0,4 kV, nevyhnutných pre zaistenie jadrovej bezpečnosti v prevádzkových a havarijných režimoch bloku.
- Systémové rozvádzače 0,23 kV ZN II. kategórie [REDAKOVANÉ] slúžia na napájanie riadených usmerňovačov systému ZN I. kategórie.
- Transformátory 6/0,4 kV a 6/0,23 kV.



Obr. 1.3.5- 6.: Systém zaisteného napájania II. kategórie

So systémom ZN II. kategórie bezprostredne súvisí automatika postupného spúšťania - APS, ktorá po obnove napätia na sekciách 6 kV zaisťuje postupné pripojenie bezpečnostne dôležitých spotrebičov. V JE Mochovce je APS súčasťou ESFAS.

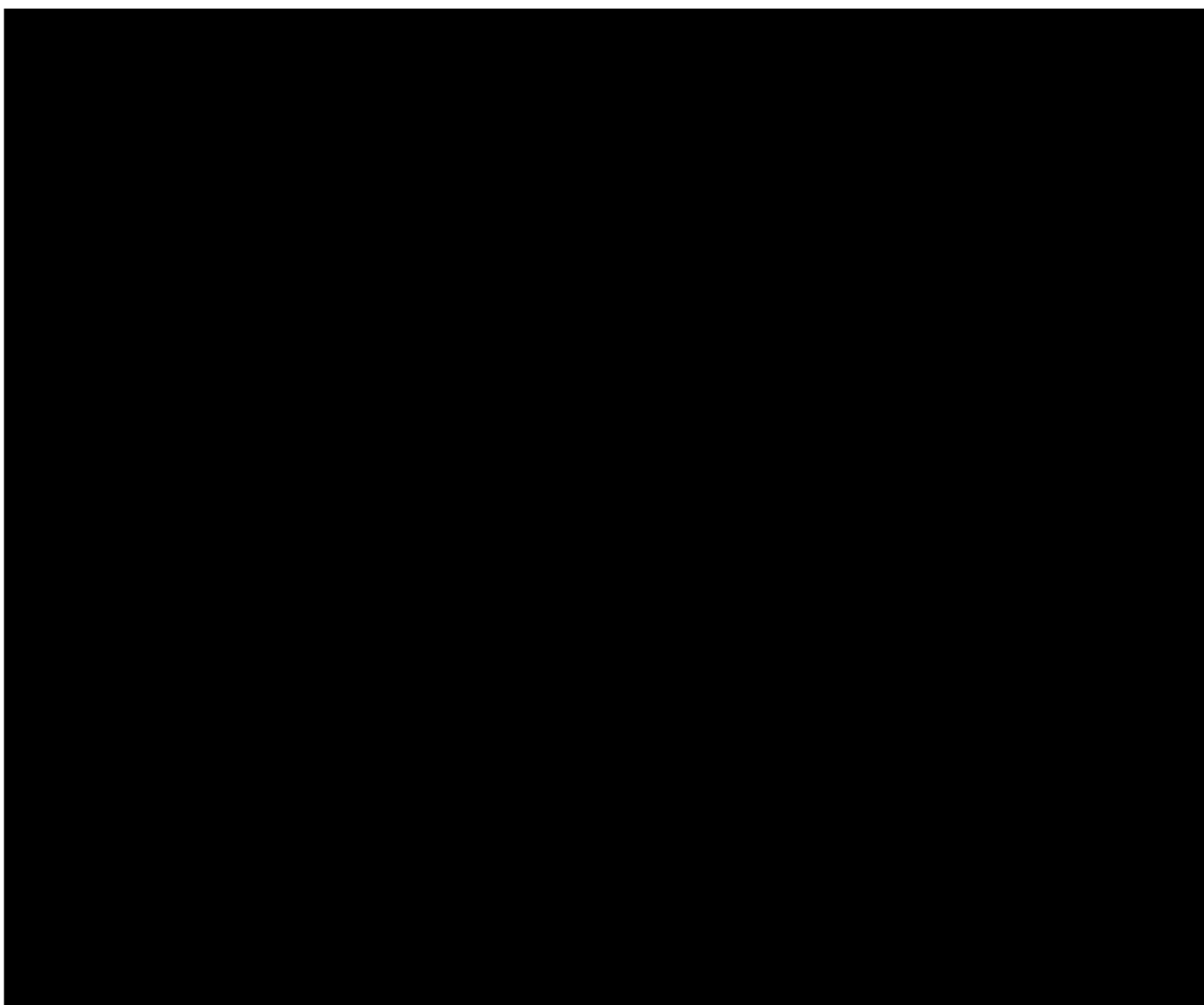
Rozvodne 6 kV VS reaktorového bloku sú zostavené zo štyroch sekcií, z nich tri sú dvomi do série zapojenými sekčnými vypínačmi rozdelené na dve časti - rozvodne normálneho napájania [REDAKOVANÉ] a rozvodne zaisteného napájania II. kategórie [REDAKOVANÉ]

Počas normálnej prevádzky sú všetky štyri sekcie napájané z pracovných prívodov z odbočkových transformátorov [REDAKOVANÉ] prípadne cez prípojnice rezervného napájania 6 kV [REDAKOVANÉ] z

rezervného transformátora [REDAKOVANÉ] Pri strate napätia pracovných i rezervných zdrojov sa automaticky odpoja rozvodne II. kategórie od rozvodní normálneho napájania a pripoja sa k nim DG [REDAKOVANÉ]
[REDAKOVANÉ]

1.3.5.3.2. Redundancia, separácia redundantných zdrojov (štruktúrami alebo vzdialenosťou) a ich fyzická ochrana proti interným a externým ohrozeniam.

DG je nezávislý od pracovného aj od rezervného napájania vlastnej spotreby. DG sú umiestnené samostatne v seizmicky odolnej budove, ktorá je rozdelená na šesť samostatných kobiek. V každej kobke je dieselový motor, generátor striedavého prúdu, jednosmerné napájanie 24V, meracie, signalizačné a regulačné prístroje, vzduchotechnika, dozorňa, elektrorozvodne a pomocné systémy DG.



Obr. 1.3.5- 7.: Systém zaisteného napájania II. kategórie

1.3.5.3.3. Časové obmedzenie pre dostupnosť týchto zdrojov a externé opatrenia na predĺženie ich použiteľnosti (napr. objem palivových nádrží)

Minimálna zásoba paliva - motorovej nafty je podľa Limit a podmienok 330 m³ na jeden reaktorový blok. Spotreba paliva pri nominálnom výkone dieslového motora 3,3 MW je 644kg/hod.

Vonkajšie palivové hospodárstvo je pre DGS zásobou paliva pre nepretržitý chod šiestich DG (po 2,8 MW) na dobu minimálne 10 dní a spolu s DGS je zdrojom zaisteného elektronapájania JE v prípade poruchových stavov v JE. V palivovom hospodárstve je obdobne ako u DGS rešpektovaná požiadavka troch na sebe nezávislých zdrojov (systémov) elektrického napájania najdôležitejších el. spotrebičov JE.

Vyhodnotenie Dlhodobý chod DG 2QV na záťaž so skúškou APS41 (4-PRG-042/A1011/2011) priemerná spotreba nafty 505l/hod.

1.3.5.4. Diverzné záložné zdroje napájania permanetne inštalované na lokalite.

1.3.5.4.1. Všetky diverzné zdroje, ktoré môžu byť použité na rovnakú účel ako hlavné záložné zdroje, alebo pre obmedzenejšie špecializované účely (napr. na odvod tepla z reaktora keď primárny okruh je neporušený, na zabezpečenie prevádzky systémov chrániacich integritu kontajneru po roztavení paliva v AZ)

Náhradný zdroj pre systémy ZN II. kat pri nadprojektových poruchách v systéme zaisteného napájania (SBO) v jadrovej elektrárni Mochovce by mal byť diverzný zdroj nezávislý od sieťových ovetví (plyn, potrubné médiá) – vonkajší autonómny zdroj pre núdzové elektrické napájanie. Jeho úlohou je zabezpečiť napájanie elektrickou energiou pre vybrané elektrické spotrebiče bezpečnostných systémov v prípade úplného alebo čiastočného výpadku vlastnej spotreby. Jeho použitie sa predpokladá pri dlhodobých výpadkoch alebo nefunkčnosti systémov zaisteného napájania II. kat.

Ako alternatíva sa v projekte uvažuje s vodnými elektrárnami (Gabčíkovo), ale vyžaduje si spohotovosť elektrizačnej sústavy.

Najbližším zdrojom diverzitnej elektrickej energie je DG stanica o výkone 16 x 2 MWe umiestnená v 400 kV rozvodni Levice. Vlastník DGPow-en, a.s., Prevádzkovateľ je DG-Energy a.s. a užívateľ je Slovenský energetický dispečing pre Slovenskú elektrizačnú prenosovú sústavu, a.s.

Z hľadiska technologického predstavuje v súčasnosti najmodernejšie zariadenie s orientáciou na pohonné médium – motorovú naftu – so zámerom diverzifikácie výroby elektrickej energie na báze kvapalných palív.

V prípade potreby a dostupnosti vedení do rozvodne Veľký Ďúr je možné rýchle pripojenie DG na JE EMO.

Pre účely využitia pri ťažkých haváriách – SAM, kedy prišlo k zlyhaniu všetkých záložných zdrojov napájania prebieha proces obstarávania jedného diesela aj s príslušnými rozvádzačmi a spotrebičmi na riešenie ťažkých havárií.

Diesel bude na 6 kV a bude mať výkon 1200 kW. Bude pokrývať potreby ťažkých havárií – SAM a aj prípad havárie SBO. Taktiež budú inštalované dva stabilné usmerňovače, ktoré bude možné pripojiť ku dvom akubatériam na bloku.

Okrem tohto stabilného DG budú aj dva mobilné DG 0,4 kV s výkonmi 275-320 kW, ktoré budú v prípade potreby pripojené k príslušným novým rozvádzačom.

Pre prípad potreby núdzového dobíjania akubaterií na EMO1,2 slúži jeden mobilný usmerňovač. Ten je schopný prúdom 160 A zabezpečiť nabíjanie stabilných akubaterií.

1.3.5.4.2. Príslušné informácie o umiestnení, fyzickej ochrane a časových obmedzeniach zariadení pojednaných v bode 1.3.5.3

SAM diesel v prípade ťažkej havárie bude možné naštartovať ručne z blokových dozorní alebo z centra havarijnej odozvy. Výkon diesla je dimenzovaný pre prípad ťažkej havárie a aj pre SBO. Po automatickom štarte bude podané napätie na príslušné 6 kV rozvodne a aj na 0,4 kV rozvodne oboch blokov EMO1,2. Ostatné manipulácie budú ručné. Niektoré budú diaľkové iné z miesta.

Mobilné diesle 0,4 kV budú na stanovisku pripravené na prevoz. Spolu s nimi bude k dispozícii aj kabeláž pre pripojenie určených rozvádzačov a spotrebičov a zásoba nafty.

Mobilný usmerňovač je pripravený na prevoz a na pripojenie k ľubovoľnému rozvádzaču alebo 63 A zásuvke na strane vstupnej a k ľubovoľnému rozvádzaču jednosmerného napätia tak, aby mohol dobíjať akubateriu prúdom až 160 A.

1.3.5.5. Ostatné napájacie zdroje, ktoré sú plánované a udržiavané v pohotovosti ako posledný prostriedok pre prevenciu vážnej havárie ohrozujúcej reaktor alebo bazén vyhorelého paliva.

1.3.5.5.1. Potenciálne použiteľné špeciálne prepojenia s vedľajším blokom alebo susednými elektrárnami.

Každá bezpečnostná sekcia 6 kV [REDAKOVANÉ] je vzájomne prepojitelná so zaistenou sekciou susedného bloku

1.3.5.5.2. Možnosti pripojenia mobilných napájacích zdrojov pre napájanie konkrétnych bezpečnostných systémov

V zmysle projektu EBO V-2 budú na EMO1,2 v najbližšej budúcnosti realizované bezpečnostné sekcie na každom SZN 0,4 kV špeciálne polia pre „accident management“, kam je možné pripojiť mobilné 0,4 kV dieselgenerátory. Tie zatiaľ nie sú na elektrárni ale sú v procese obstarávania. Pripravené vývody sú vybavené ističmi, na ktoré bude možné pripojiť mobilný dieselgenerátor výkonu 440 kVA.

1.3.5.5.3. Informácie o každom napájacom zdroji: výkon, napätie a ostatné relevantné obmedzenia

Príprava pre uvedenie zdroja do prevádzky: potreba špeciálneho personálu, predpisy a výcvik, potrebný čas na pripojenie, zmluvné zabezpečenie, ak vlastníkom nie je držiteľ licencie, zraniteľnosť zdrojov a pripájacích trás externými ohrozeniami a poveternostnými podmienkami

1.3.5.5.4. Príprava pre uvedenie zdroja do prevádzky: potreba špeciálneho personálu, predpisy a výcvik, potrebný čas na pripojenie, zmluvné zabezpečenie, ak vlastníkom nie je držiteľ licencie, zraniteľnosť zdrojov a pripájacích trás externými ohrozeniami a poveternostnými podmienkami, ako aj opatrenia na ich uvedenie do prevádzky vrátane toho kde sú skladované (oboje v súvislosti

V prípade využitia napájania z diverzitnej DG stanice o výkone 16 x 2 MWe umiestnenej v 400 kV rozvodni Levice je potrebné dopracovať prevádzkovú inštrukciu pre prípad SBO.

1.3.6. Batérie pre jednosmerné napájanie

1.3.6.1. Popis batérií ktoré je možné použiť pre napájanie bezpečnostných spotrebičov: kapacita a čas ich vybitia v jednotlivých prevádzkových situáciách (režimoch)

Systém ZN I. kategórie slúži pre napájanie elektrických spotrebičov JE skupiny D11a. Spotrebiče skupiny D11a majú zvýšené požiadavky na spoľahlivosť napájania. Pre spotrebiče skupiny D11a sa nepripúšťa prerušenie el. napájania, vrátane režimu úplnej straty napätia na pracovných i rezervných transformátoroch VS bloku. Prítom zdroje pre napájanie týchto spotrebičov musia byť dimenzované tak, aby pri úplnej strate napätia VS bloku zabezpečili potrebné napájanie po dobu nutnú na bezpečné odstavenie reaktora.

Systém ZN I. kategórie zabezpečuje el. napájanie spotrebičov nutných na bezpečné odstavenie bloku v nominálnych i havarijných režimoch. Systém tvoria tri navzájom nezávislé bezpečnostné podsystémy (s označením ...K, ...L, ...M), pričom každý z nich je vybavený zariadeniami potrebnými na dochladenie reaktora a lokalizáciu poruchy. Každý z troch bezpečnostných podsystémov ZN I. kategórie sa skladá z:

- jedného usmerňovača D 230 G 216/800 BWLrug-Kpx (s označením 1BTU01, 1BTU02, 1BTU03),
- jedného pomocného usmerňovača na vyhľadávanie zemného spojenia, zloženého z dvoch jednotiek Kt 220/50 SRD [REDACTED]
- jednej akumulátorovej batérie 220 V js [REDACTED]
- jedného úsekového rozvádzača 220 V js [REDACTED]
- dvoch invertorov sínusového napätia typ Transokraft 170 kVA 220V j./400V str. 50 Hz [REDACTED] s elektronickým by-passom,
- jedného úsekového rozvádzača 0,4 kV str. pre napájanie statickej záťaže (AS RTP, počítač, ...) [REDACTED]
- jedného úsekového rozvádzača 0,4 kV str. pre napájanie motorickej záťaže [REDACTED]

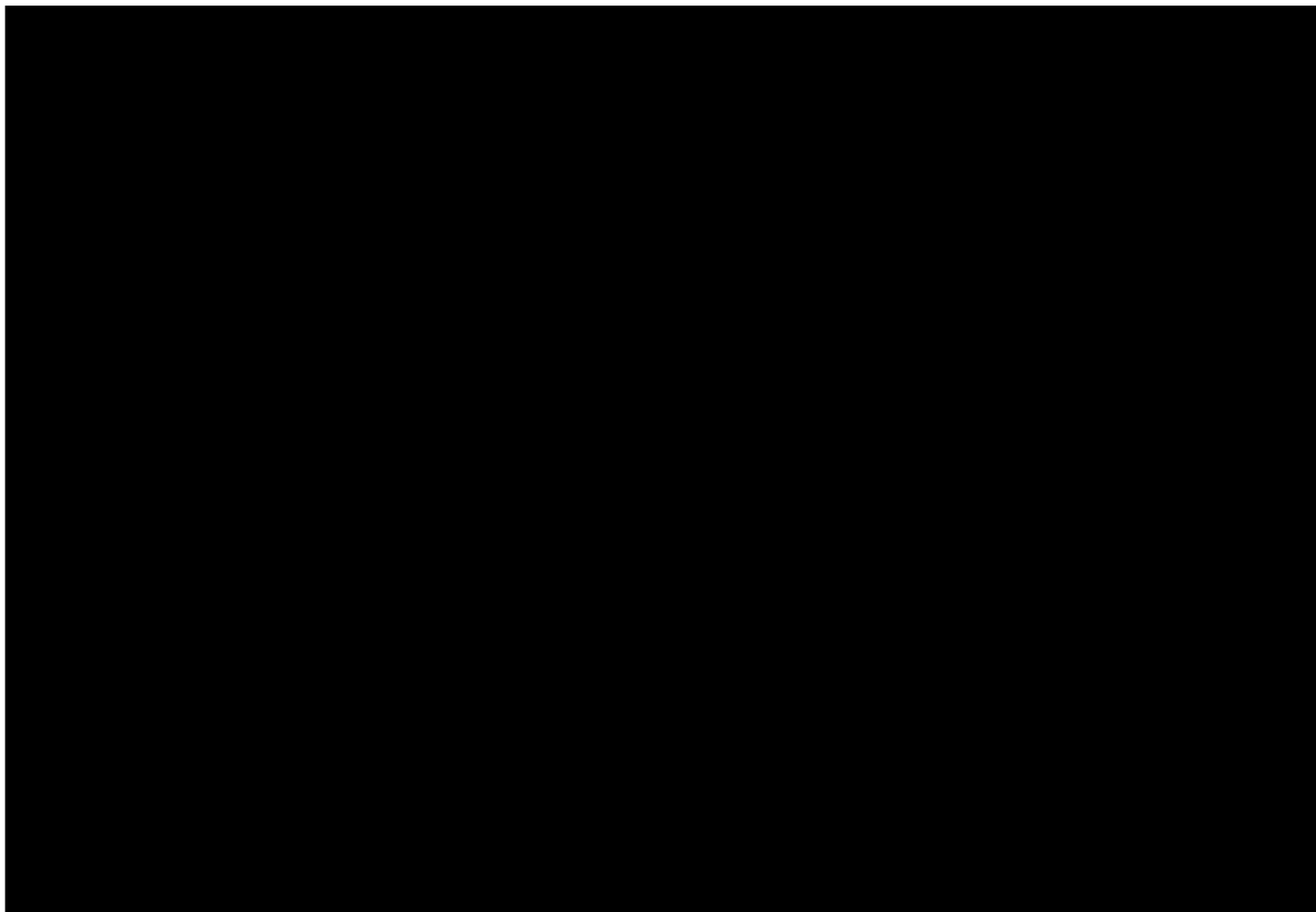
Okrem uvedených troch podsystémov je v časti elektro u každého reaktorového bloku JE vytvorený 4. a 5. systém ZN I. kategórie. Tieto systémy sú určené na napájanie ostatných dôležitých spotrebičov triedy D11, ktoré ale nie sú v priamom vzťahu k jadrovej bezpečnosti bloku. Každý z týchto systémov (4. a 5.) sa skladá z:

- dvoch usmerňovačov D 230 G 216/800 BWLrug-Kpx [REDACTED]
- jedného úsekového rozvádzača 220 V js [REDACTED]
- jednej akumulátorovej batérie 220 V js [REDACTED]
- jedného invertora sínusového napätia Transokraft 170 kVA 220V j./400V str. 50 Hz [REDACTED]
- jedného invertora sínusového napätia Transokraft 80 kVA 220V j./400V str. 50 Hz [REDACTED] s elektronickým by-passom,
- dvoch úsekových rozvádzačov 0,4 kV str. s tyristorovými komutačnými zariadeniami TKEO, TKEP na vývodoch [REDACTED]

Každý z podsystémov je napájaný za normálnej prevádzky cez usmerňovač [REDACTED] zo systému ZN II., ktorý napája jednak jednosmerné spotrebiče, striedače a súčasne udržiava akumulátorovú batériu v režime trvalého dobíjania.

V havarijných režimoch, t. j. pri strate napätia II. kategórie tvorí striedaču zdroj akumulátorová batéria, po dobu, kým sa neobnoví napájanie zo systému ZN II. kategórie.

[REDACTED]



Obr. 1.3.6- 8.: Systém zaisteného napájania II. kategórie

Rozvádzače striedavého napätia 0,4 kV ZN I. kat. [REDACTED] sú napájané z rozvádzačov 220 V cez inventory [REDACTED]. V prípade poruchy niektorého z invertorov, majú tieto rozvádzače zabezpečené napájanie z rozvádzačov 0,4 kV ZN II. kategórie.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Každý z podsystémov ZN I. kategórie je čo do výkonu a vybavenia schopný zabezpečiť bezpečné odstavenie bloku čo predstavuje 200% zálohovanie.

Počas normálnej prevádzky bloku sú rozvádzače systému ZN I. kategórie napájané cez usmerňovače z rozvádzačov ZN II. kategórie. Pri strate napájania zo ZN II. kategórie nastáva automatické pripojenie akubaterií k rozvádzačom ZN I.

Akubaterie boli projektované na 2 hodiny prevádzky bez zdrojov napájania z II. kat. Hlavným spotrebičom pre batérie 220 V je núdzové osvetlenie. V rámci predpisov SORNS dochádza k redukcii záťaží a súčasná spotreba tiež nie je v reáli na úrovni koeficienta využitia väčšom ako 0,7. Výpočet dvoch hodín je príliš konzervatívny. Na základe nameraných údajov za normálnej prevádzky, na systémoch je záťaž nižšia a po prepočte kapacita bateriek vydrží aspoň 6 hodín. Pre 24 V úroveň je záťaž viac konštantná, lebo napája SKR. Na týchto rozvádzačoch odľahčovanie nie je možné, lebo opätovný nábeh SKR (SIS/BELT) vyžaduje dlhší čas. Aj pre tento systém však platí nižší koeficient využitia ako 0,7. Odhad 6 - tich hodín dobre korešponduje aj s udalosťou v EMO, keď počas výpadku na jednom systéme, počas 6 hodín bolo spotrebovaných 70% kapacity bateriek.

Monitorovanie kapacity bateriek.

Systémové batérie 24 a 220V majú monitorovanú svoju kapacitu a hlavné parametre, ako sú napätie, prúd, teplotu miestnosti a napätie na jednotlivých článkoch. Na každom z troch systémov zaisteného napájania sú inštalované akubaterie s kapacitou 1500 Ah 220 V, 300 Ah 24 V a 2000 Ah 24V.

Kapacita bateriek je monitorovaná pomocou monitorovacieho výpočtového systému elektrikármi bloku a OTPBD ktorý má k dispozícii čas do vypnutia – vyčerpania pracovnej kapacity bateriek, informáciu o rýchlosti poklesu kapacity a vplyve odľahčovania baterky na predĺženie prevádzkyschopnosti bateriek. Podľa tohto údaju je OTPBD schopný organizovať práce ohľadom pripojenia zdroja napájania, alebo pripraviť blok na stav bez elektrického napájania a SKR. Je veľmi dôležité vypnúť baterky ešte pred úplnou stratou kapacity, aby nedošlo k ich poškodeniu a možnosti opätovného nabitia.

1.3.6.2. Spotrebiče napájané jednotlivými zostavami batérií: pohony armatúr riadiace systémy, meracie zariadenia a pod.

Z akubaterií sú napájané hlavne obvody SKR. Jedná sa o AO reaktora, ROM, ARM, SZB, ROM, ARM, PAMS, technologické automatiky, regulátory, RČA a pod. Taktiež sú z nich napájané striedače, ktoré slúžia aj na napájanie SKR a aj pre napájanie armatúr a RČA (spotrebiče, ktoré nás zaujímajú hlavne z hľadiska odvodu tepla z AZ, BSVP, kontajneru a riadenia reaktivity).

1.3.6.3. Fyzické umiestnenie batérií a separácia zostáv, ochrana proti vnútorným a vonkajším ohrozeniam.

Umiestnenie akubaterií je v oddelených miestnostiach objektov HVB na na podstavcoch výšky cca 30 cm. Kabeláže jednotlivých systémov sú oddelené.

1.3.6.4. Alternatívne možnosti pre dobíjanie batérií každej zostavy

Pre prípad poruchy všetkých stabilných usmerňovačov je k dispozícii prenosný usmerňovač, ktorý je schopný dobíjať hociktorú akubateriu z hocijakej zásuvky 63 A 3x400 VAC prúdom až 160 A.

1.4. VÝZNAMNÉ ROZDIELY MEDZI BLOKMI

Každé dva bloky JE Mochovce(1&2 a 3&4) sú konštruované ako „paralelné bloky“.

JE EMO1,2 je projektovaná, vybudovaná a prevádzkovaná ako dvojblok. Väčšinu systémov a zariadení má každý z blokov vlastných, časť zariadení a systémov je spoločná pre oba bloky. Priestorové usporiadanie blokov je zrkadlové, čím sú dané rozdiely v usporiadaní jednotlivých stavebných a technologických systémov, napr. 1.blok má kompenzátor objemu na slučke č.1, 2.blok na slučke č.6. Toto usporiadanie technologických zariadení nemá vplyv na výstupy a výsledky zo stres testov. Parametre blokových systémov a zariadení sú v tejto správe uvádzané pre zariadenia 1. bloku a sú rovnako platné aj pre zariadenia 2. bloku EMO1,2.

Bloky majú spoločné niektoré systémy a budovy ako sú: reaktorová hala, zavážací stroj, skladovanie a transport vyhoreného paliva, manipulácia s VRAO, príjem, skladovanie a preprava čerstvého paliva, ventilačný komín, hygienická slučka, systém prípravy demineralizovanej vody, systém technickej vody (TVD, TVN), systém chladiacej vody, budova diesel generátorov.

Všetky modifikácie sú realizované najskôr na jednom bloku a po ich úspešnom vyhodnotení sú aplikované aj na ostatné bloky VVER v SE a.s.. Preto medzi 1. a 2. blokom EMO1,2 nie sú žiadne významné projektové rozdiely, ktoré by požadovali hodnotiť bloky samostatne.

1.5. ROZSAH A HLAVNÉ VÝSLEDKY PSA L1 A L2

Pravdepodobnostné hodnotenie rizika prevádzky elektrárne je spolu s deterministickým hodnotením súčasťou hodnotenia bezpečnosti a štúdie PSA sú pravidelne predkladané ÚJD SR, a to pri každej modifikácii JE, ale tiež pri ich pravidelnej údržbe smerujúcej k zvýšeniu ich kvality. Štúdie PSA L1 boli systematicky vypracovávané od roku 1994 a sú významným nástrojom pre optimalizáciu projektov na zvyšovanie bezpečnosti. Jadrová elektráreň EMO1,2 má vypracovanú aktuálnu PSA štúdiu 1. a 2. úrovne pre všetky prevádzkové režimy.

PSA štúdia 1. a 2. úrovne pre JE Mochovce 1,2 hodnotí odozvu bloku na iniciačné udalosti (interné a externé) v rámci projektu a uvažuje reálne projektové konfigurácie technologických zariadení bloku vo všetkých prevádzkových režimoch (t.j. výkonová prevádzka, nízkovýkonové hladiny a odstavený blok).

PSA štúdia 1. úrovne identifikuje postupnosť udalostí, ktoré môžu viesť k taveniu aktívnej zóny reaktora pri výkonovej prevádzke alebo pri odstavenom reaktore. Modeluje reálne reakcie bloku na súbor iniciačných udalostí na základe projektovej odozvy bloku a zásahov obslužného personálu podľa prevádzkových predpisov. Model PSA uvažuje interné a externé udalosti, ktoré sa vyskytujú počas výkonovej prevádzky, nízkovýkonových hladinách a pri odstavenom reaktore. Výstupom PSA 1. úrovne je kvantitatívny ukazovateľ CDF/rok (stredná hodnota frekvencie poškodenia aktívnej zóny reaktora za rok) pri výkonovej prevádzke a CDF/rok pre odstavený reaktor.

PSA 2. úrovne analyzuje ťažké havárie a identifikuje cesty, ako môže dôjsť k rádioaktívnym únikom do okolia, odhaduje ich veľkosť a frekvenciu výskytu. PSA 2. úrovne poskytuje informácie o relatívnej dôležitosti havarijných reťazcov vedúcich k rádioaktívnym únikom do okolia. Poskytuje údaje o možných spôsoboch zdokonaľovania bezpečnostných opatrení pre zmiernenie následkov ťažkých havárií. Sledovaným výstupom PSA 2. úrovne je kvantitatívny ukazovateľ LERF/rok (stredná hodnota frekvencie veľkých skorých únikov za rok) pre výkonovú prevádzku a pre odstavený reaktor.

Na základe modelov pravdepodobnostného hodnotenia bezpečnosti bol v roku 2005 na EMO1,2 implementovaný plnorozsahový riskmonitor - Safety Monitor. Využíva sa na účely identifikácie rizikových konfigurácií bloku počas odstávok blokov a monitorovania profilu rizika počas prevádzky a odstávky bloku v reálnom čase.

Výsledky PSA štúdie 1. úrovne a 2. úrovne.

Objekt pravdepodobnostného hodnotenia bezpečnosti:

- aktívna zóna reaktora
- bazén skladovania vyhoretého paliva
- reálny stav EMO1 , 2009

Rozsah štúdie PSA :

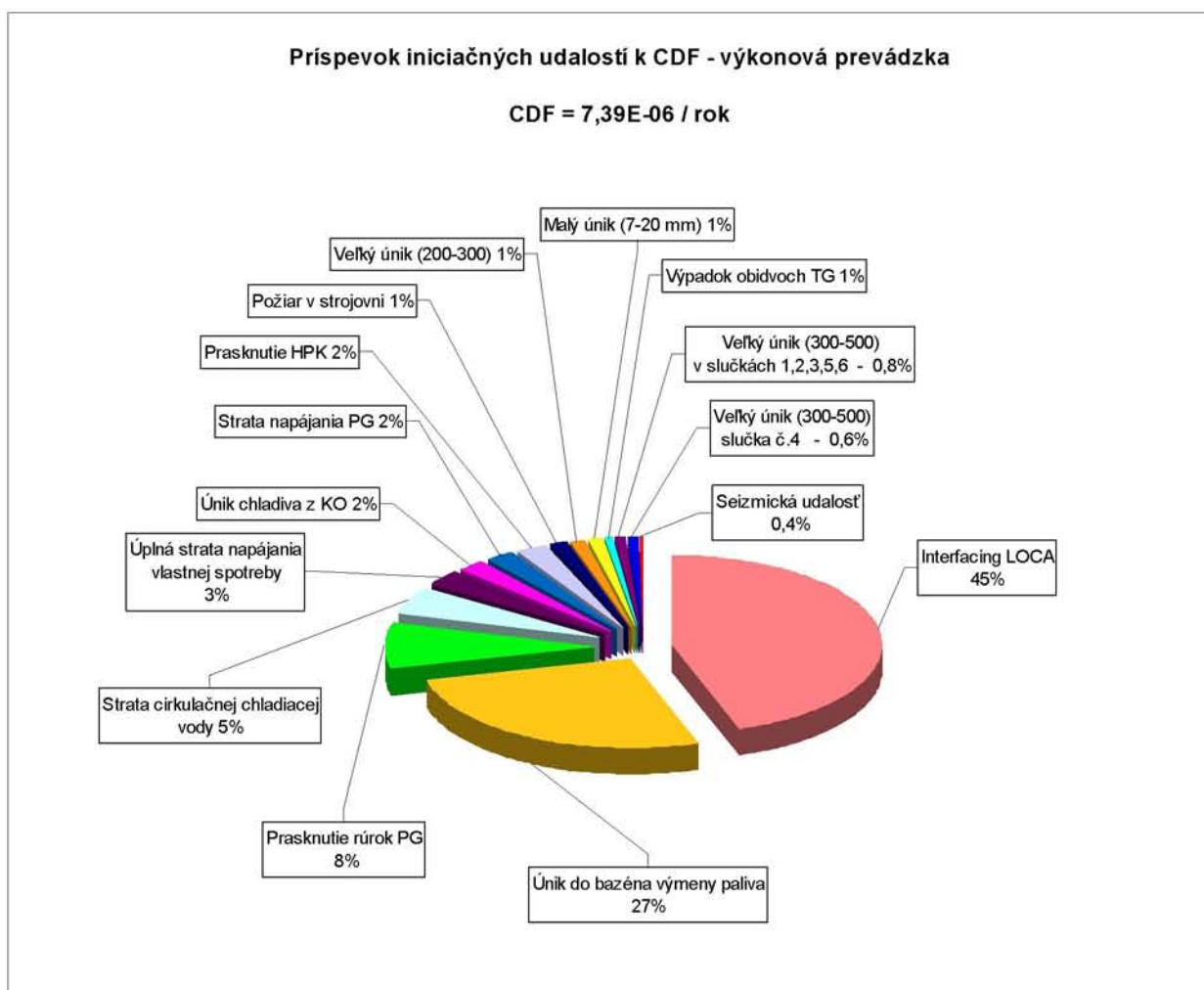
- všetky prevádzkové režimy (výkonová prevádzka, odstavený reaktor)
- zahrnuté iniciačné udalosti : spektrum LOCA , LOCA mimo kontajnementu, tranzienty, prasknutia vysokoenergetických potrubí na SO.
- interné záplavy, interné požiare, externé riziká

- podrobná analýza chýb človeka v celom procese havarijných scenárov
- "plant specific" termohydraulické analýzy, špecifické spoľahlivostné dáta

Výsledky štúdie PSA 1. úrovne pre výkonovú prevádzku

Vypočítaná stredná hodnota frekvencie poškodenia aktívnej zóny reaktora (CDF) 1. bloku JE Mochovce pri výkonovej prevádzke je: **7,39E-06 / rok**

V nasledujúcom grafe sú uvedené príspevky iniciačných udalostí k frekvencii poškodenia AZ (CDF) pre výkonovú prevádzku.



Graf 1.5.1- 1.: Príspevky iniciačných udalostí k frekvencii poškodenia AZ pre výkonovú prevádzku

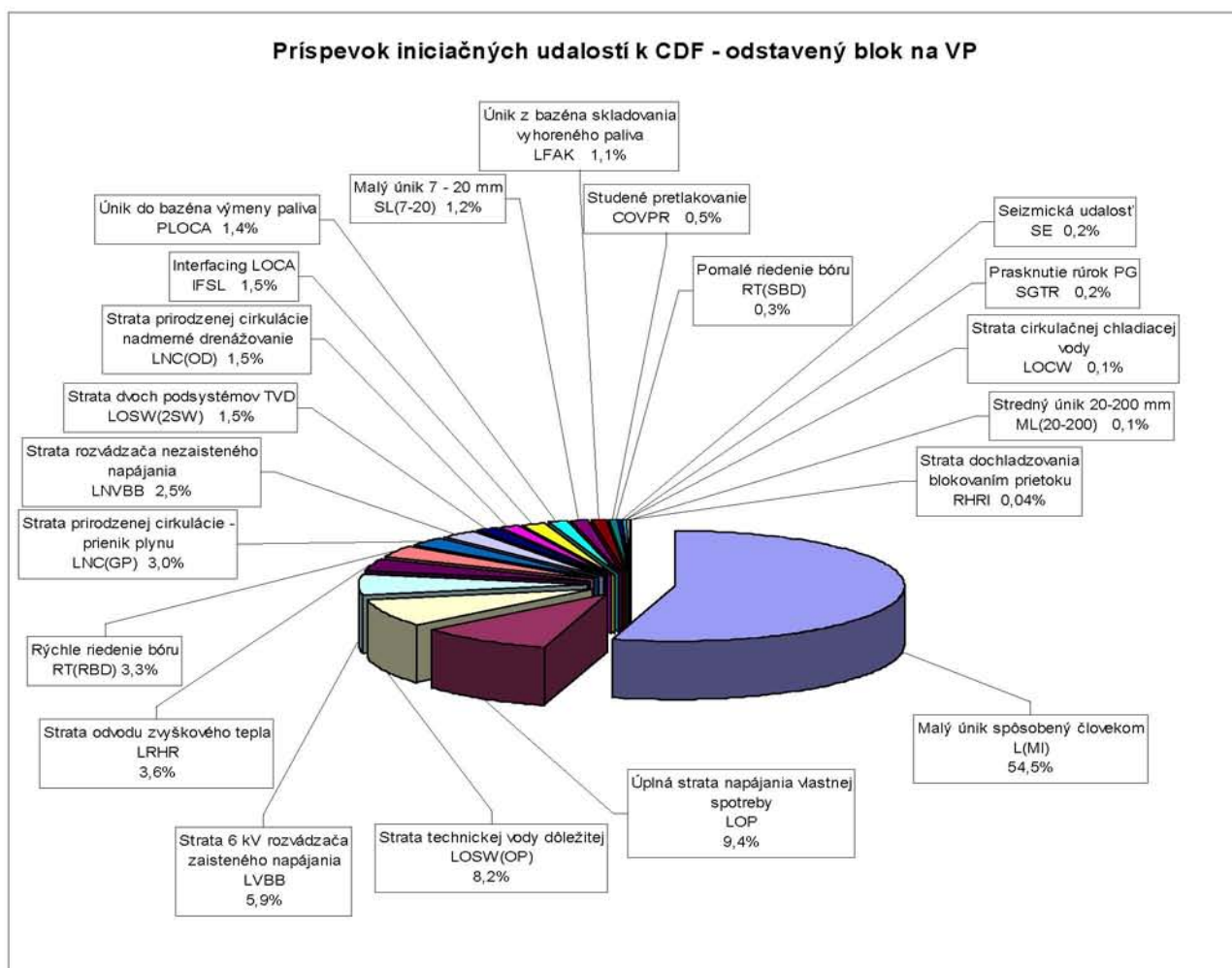
Pre uvažované externé riziká v projektovom rozsahu, platia nasledujúce závery štúdií PSA L1:

- Dominantným príspevkom k CDF od externých rizík je seizmická udalosť predstavujúca 0,4%-ný príspevok k celkovej CDF.
- Príspevok ostatných externých rizík k CDF je menej ako 1,0E-8/rok.

Výsledky štúdie PSA 1. úrovne pre odstavený blok (SPSA)

Vypočítaná priemerná hodnota frekvencie poškodenia aktívnej zóny reaktora (CDF)) 1. bloku JE Mochovce pre odstavený blok na výmenu paliva je: **7,92E-06 / rok**

V nasledujúcom grafe sú uvedené príspevky iniciačných udalostí k frekvencii poškodenia AZ (CDF) pre odstavený blok na výmenu paliva.



Graf 1.5.1- 2.: Príspevky iniciačných udalostí k frekvencii poškodenia AZ pre odstavený blok na VP

Výsledky štúdie PSA 2. úrovne pre plný výkon a odstavený reaktor:

Frekvencia skorého veľkého úniku (LERF) sa určuje z kategórií únikov, pri ktorých sa uvoľní do okolia viac ako 1% cézia 137 (Cs-137) do 10 h po vzniku iniciačnej udalosti. Táto definícia LERF je v súlade s bezpečnostnými cieľmi, definovanými v členských štátoch OECD.

Frekvencie skorých veľkých únikov (LERF) sú vyhodnotené pre nasledujúce stavy bloku:

LERF = 4,93E-6/rok - prevádzka na výkone

LERF = 6,82E-6/rok – odstavený blok na výmenu paliva

Po implementácii projektu SAM v roku 2015 a po modifikácii logiky štartu NT bezpečnostných čerpadiel pre odstavený blok, budú hodnoty LERF ďalej významne znížené a zároveň sa zvýši odolnosť kontajneru. Podrobnejšie informácie o projekte SAM sú uvedené v kapitole č.6.

2. ZEMETRASENIE

2.1. ZEMETRASENIE UVAŽOVANÉ V PROJEKTE ELEKTRÁRNE

2.1.1. Zemetrasenie uvažované v projekte elektrárne

2.1.1.1. Charakteristika projektového zemetrasenia (DBE)

Zadanie pre maximálne výpočtové zemetrasenie bolo v úvodnom projekte zadefinované hodnotou $PGA=0,06g$ v horizontálnom smere, návratová perióda $1x$ za 10 000 rokov. Akcelerogram bol vzatý zo zemetrasenia v Vrancea v Rumunsku z roku 1977 zaznamenaného v lokalite Niš.

V rámci hodnotenia zemetrasenia pre lokalitu pre pôvodný projekt (roky 1980 – 1994) boli použité nasledovné podklady:

- *Predbežná bezpečnostná správa – seizmicita*
- *Podklady predprevádzkovej bezpečnostnej správy EMO – seizmotektonická štúdia*
- *Stručný súbor informácií z geologických a seizmologických hľadísk a antiseizmických úprav pre JE Mochovce*
- *Správa o seizmickom prieskume JE Mochovce*
- *Geologický prieskum v období pre zadanie úvodného projektu:*
- *Orientačné inžiniersko- geologické posúdenie záujmovej oblasti*
- *Mochovce JE 4x440 predbežný prieskum*
- *JE Mochovce 4x440 Mochovce IG prieskum*
- *Predbežný geologický prieskum záverečná správa Mochovce.*

V citovaných správach je popísané:

- tvorba seizmotektonického modelu,
- deterministické stanovenie seizmického ohrozenia lokality,
- geotechnické vlastnosti a profily základových podloží,
- uvažované zlomy v okolí elektrárne,
- maximálne hodnoty zemetrasenia v oblasti vyjadrené stupnicou MSK-64,
- zadefinovanie použitého akcelerogramu,
- stanovenie maximálneho zrýchlenia na voľnom poli.

Normatívne a legislatívne podklady pre výstavbu AE Mochovce, týkajúce sa seizmicity, platné v čase projektovania elektrárne :

- *Výnos ČSKAE 2/1978 Zaistenie jadrovej bezpečnosti pri navrhovaní ,povoľovaní a budovanie stavieb s jadrovoenergetickým zariadením.*
- *Výnos ČSKAE 4/1979 Všeobecné kritériá zaistenia jadrovej bezpečnosti pri umiestňovaní stavieb s jadrovoenergetickým zariadením*
- *VSN 15-78 ZSSR, 1979 Dočasné podmienky projektovania jadrovoenergetických diel pre seizmické oblasti*
- *SNiP II – A.12-69 (resp. II-7-81) ZSSR Výstavba v seizmických oblastiach*

2.1.1.2. Metodológia použitá na hodnotenie projektového zemetrasenia EMO

Správy z hodnotenia seizmického rizika vypracované v rokoch 1992 až 1998 sú uvedené v Kompletnej finálnej správe zo stres testov, ktorá je u držiteľa povolenia na SE a.s.

V citovaných dokumentoch je popísané:

- zhodnotenie lokality z hľadiska seizmicity
- rozmiestnenie rozhodujúcich objektov z hľadiska seizmicity
- zásady výstavby stavebných objektov
- inžiniersko- geologické pomery
- zjednodušená tektonická schéma
- prehľad parametrov najvýznamnejších zlomových štruktúr
- akceptácia doporučenia MAAE (50-SG-S1) pre minimálne špičkové zrýchlenie $PGA=0.1g$
- vygenerovanie akceleroqramov pre zadané parametre
- porovnanie NUREG/CR-0098 a RG 1.60
- základné výsledky hodnotenia JE Mochovce z prieskumov vykonaných do roku 1998
- pravdepodobnosti vzniku zemetrasení.

Výsledkom hodnotenia pôvodného projektového zemetrasenia EMO a akceptovania doporučenia MAAE pre minimálne špičkové zrýchlenie je

Nadprojektové seizmické ohrozenie lokality SE-EMO pre dostavbu EMO12

Maximálne výpočtové zemetrasenie bolo pre dostavbu EMO12 zadefinované hodnotou $PGA=0.1g$ v horizontálnom smere. Akceleroqram NUREG/CR- 0098.

Seizmické ohrozenie lokality SE-EMO pre dostavbu MO34

Použité podklady pre etapu dostavby MO34:

- *Misia MAAE - Previerka seizmickej bezpečnosti pre AE Mochovce IAEA 1998*
- *Geológia a tektonika v okolí AE Mochovce*
- *Komplexné zhodnotenie seizmického ohrozenia lokality EMO-geologická databáza*
- *Geologické hodnotenie oblasti EMO- priebežná správa*
- *Geologické hodnotenie územia EMO – súhrnná správa*
- *Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia pre lokalitu AE Mochovce*
- *Deagregácia pravdepodobnostného výpočtu seizmického ohrozenia pre lokalitu AE Mochovce*
Misia MAAE na pravdepodobnostné hodnotenie seizmického ohrozenia lokality Mochovce 2003
- *Analýza potencionálnych geologických zlomov v blízkom okolí EMO z pohľadu ich možnej aktivity*
- *Meranie recentných pohybov v lokalite EMO – Meranie seizmického šumu v lokalite EMO*
Záznamy meraní zo SMS
- *2000 – 2011 - Záznamy meraní zo SMS, (rozloženie seizmických staníc vid' obr. 2.1.1-4)*

V citovaných dokumentoch je popísané:

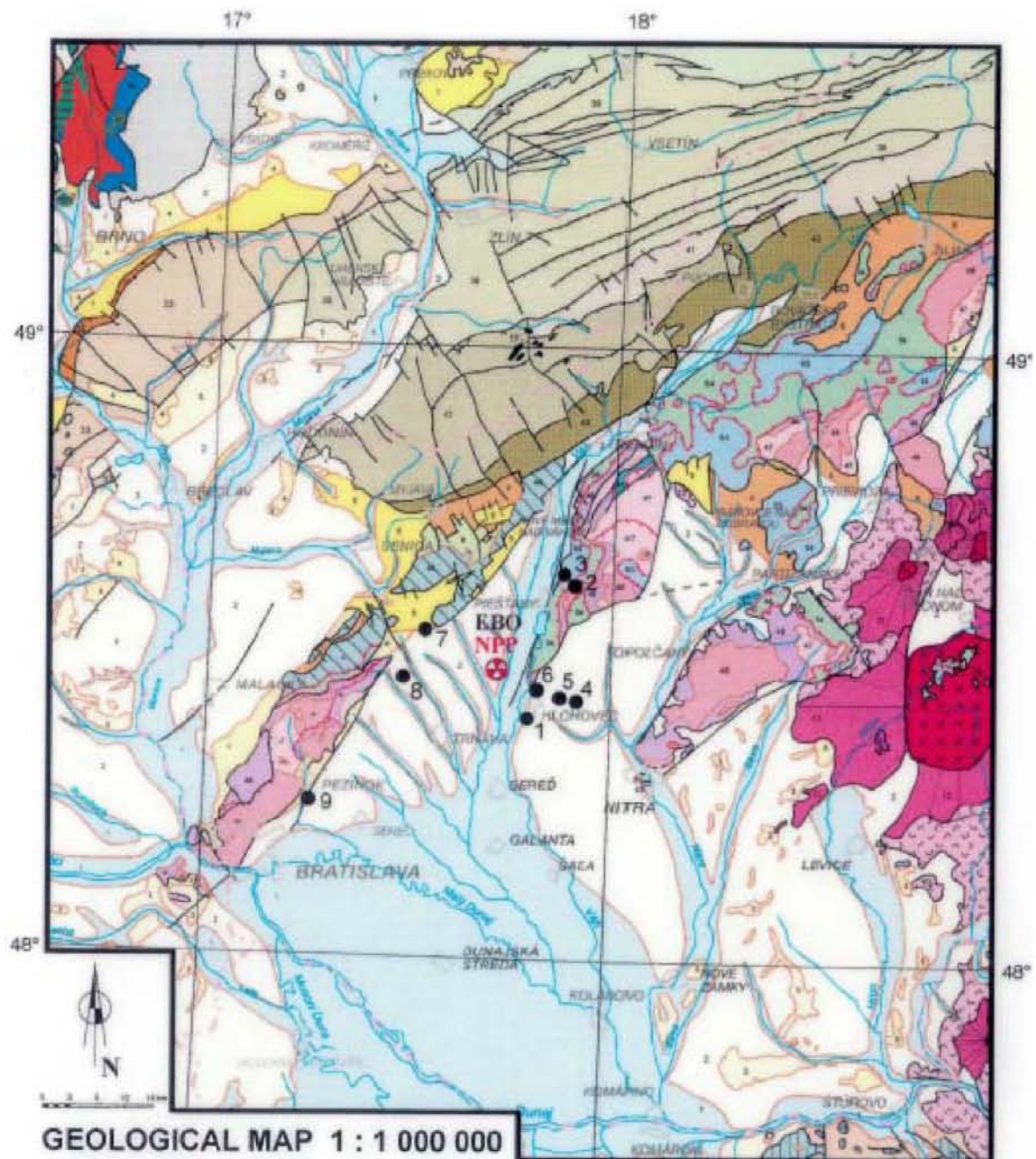
- Hodnotenie vykonanej deterministickej analýzy seizmického ohrozenia lokality EMO
- Doporučenie na vykonanie pravdepodobnostného výpočtu
- Tektonická stavba v okolí EMO
- Databáza publikovaných správ použitých pre zhodnotenie lokality EMO
- Geologická a tektonická pozícia regiónu EMO, blízkeho regiónu EMO, okolie lokality EMO
- Seizmo-geologický model územia pre blízky región a okolie EMO
- Súhrn výsledkov doplňujúceho výskumu v oblasti AE Mochovce
- Detailizácia parametrov najmladšieho geologického vývoja
- Zlomové porušenia v oblasti EMO
- Geologicko- tektonická interpretácia výsledkov meraní recentných pohybov
- Výsledky mikroseizmického výskumu štruktúry Dobrica
- Seizmotektonický model
- Vyčlenenie zdrojových zón
- Určenie minimálneho a maximálneho magnitúda
- Určenie útlmu makroseizmickkej intenzity
- Výber útlmových vzťahov pre PGA
- Zahnutie zlomov do pravdepodobnostného výpočtu
- Konštrukcia logického stromu
- Výpočet seizmického ohrozenia
- Výpočet spektra odozvy UHS
- Deagregácia horizontálneho spektra odozvy v súlade s USNRC RG.1.165

Nadprojektové seizmické ohrozenie lokality SE-EMO pre dostavbu MO34

Maximálne výpočtové zemetrasenie pre dostavbu MO34 bolo, na základe plnenia doporučení z misie MAAE z roku 1998 ,2003 a listu UJD SR, navýšené na hodnotu $PGA=0,15g$. Akcelrogram pre lokalitu EMO.

Hodnotenie seizmického ohrozenia s ohľadom na medzinárodné praktiky

V rámci hodnotenia stanovenia seizmického ohrozenia boli za účelom preverenia zapracovania súčasných poznatkov vykonaná previerka misie MAAE.



Obr. 2.1.1- 9.: Geologická mapa

– Cieľom misie MAAE z roku 2003 bolo preveriť dve oblasti

- vypracovanú a zosumarizovanú databázu pre seizmické hodnotenie
- aplikované postupy pri stanovení seizmického ohrozenia v súlade s vtom čase platnými medzinárodnými praktikami

V súlade s jednotlivými kapitolami správy „Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia lokality AE Mochovce(rev.2003)“ boli preverované oblasti :

- seizmologická databáza
- seizmotektonický model
- útlm
- vlastný pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia

Na základe zistení a doporučení tejto misie boli vykonané rozsiahle práce za účelom odstránenia neurčitostí týkajúcich sa potenciálneho zlomu Dobrica. Výsledok prieskumu je uvedený v správe „Analýza potenciálnych geologických zlomov“. Taktiež bola revidovaná správa „Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia lokality AE Mochovce (rev.2004)“.

2.1.1.3. Závery ohľadne adekvátnosti seizmickej projektovej základne

Pre vyhodnocovanie úrovne DBE bola použitá správa Seizmické ohrozenie lokality EMO z roku 1978.Správa zjednodušeným pravdepodobnostným hodnotením potvrdzuje ,že zemetrasenie o intenzite 6 stupeň MSK 64 nebude prekročený ani v intervale raz za 10 000 rokov, zrýchlenie na voľnom poli $PGA=0.06g$.

V rámci dostavby EMO12 bolo vypracované deterministické hodnotenie lokality EMO z výsledkom :

$I = 6,5-7$ MSK 64, zrýchlenie na voľnom poli $PGA=0,06g$.

Pre fázu úvodného projektu boli konštrukcie a komponenty súvisiace s dochladením bloku po seizmickej udalosti navrhnuté na odolnosť pre zemetrasenie s $PGA=0,06$ g akcelrogram Niš.

Seizmické prehodnocovanie lokality SE-EMO

V súlade s rozhodnutím o dostavbe rozostavanej elektrárne (1 a 2. bloku) EMO a odporúčeniami z misie MAAE z roku 1993 boli zahájené práce spojené s novým hodnotením seizmického ohrozenia lokality EMO. Toto hodnotenie EGP Praha vykonalo tzv. deterministickou analýzou. Na základe tohto hodnotenia boli potvrdené pôvodné predpoklady projektu, avšak bolo akceptované odporúčenie MAAE uvedené v 50-SG-S1.

Pre dostavbu EMO12 bola prijatá hodnota seizmického ohrozenia $PGA=0,1g$ v horizontálnom smere, Spektrum odozvy NUREG-0098 bolo prevzaté pre skalné podložie. Tieto vstupné údaje boli prevzaté do Technického návodu pre seizmický prehodnocovací program AE Mochovce bloky 1-4, ktorý vypracovala MAAE v roku 1995.

V roku 1996 na základe technického návodu MAAE, vypracovala „Požiadavky na prehodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií a zariadení EMO blok 1 a 2“. Tento dokument sa, po obdržaní súhlasného

stanoviska od ÚJD SR s jeho obsahom, stal základným dokumentom pre dostavbu EMO12 pre oblasť seizmicity.

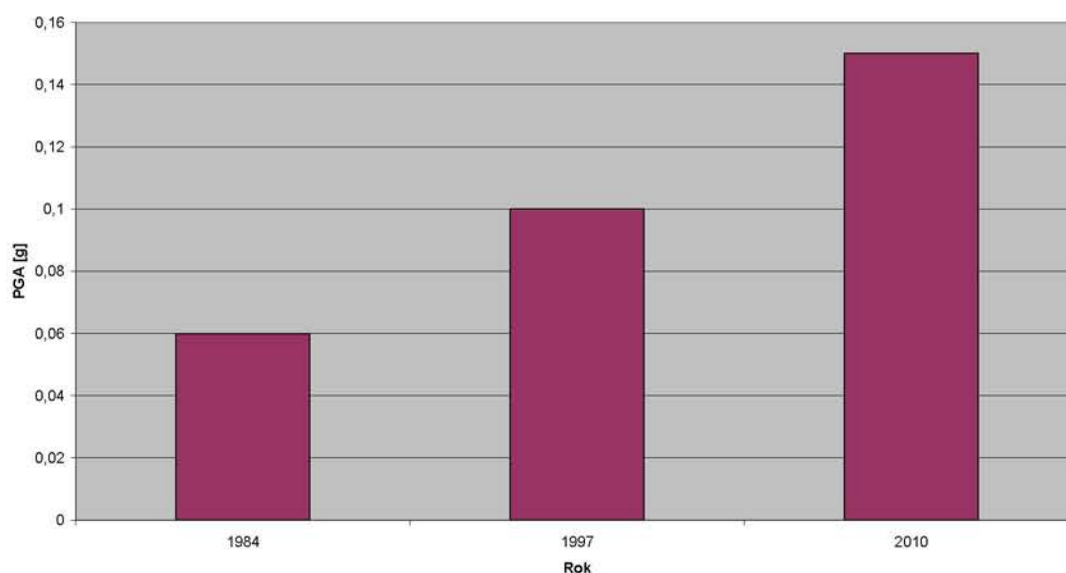
Akceptovaním hodnoty $PGA=0,1g$ sa dosiahlo, že seizmická odolnosť konštrukcií a komponentov podieľajúcich sa na dochladení bloku po seizmickej udalosti prevyšuje pôvodný projekt o 66%.

Po sprevádzkovaní EMO12 bola na základe pozvania ÚJD SR vykonaná v roku 1998 misia MAAE, ktorej úlohou bolo preveriť seizmické vstupné údaje pre lokalitu EMO.

Na základe odporúčení tejto misie z roku 1998, bol vykonaný v rokoch 1999-2003 nový podrobný geologický prieskum zameraný na identifikáciu potencionálnych geologických zlomov v blízkom regióne EMO a bol vypracovaný „Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia pre lokalitu JE Mochovce“ v súlade so Safety Guide NS-G-3.3. V tomto výpočte bola stanovená nová hodnota seizmického ohrozenia lokality JE EMO UHS (Uniformné spektrum odozvy) – $PGA = 0,143g$. Podľa postupu v zmysle predpisu USNRC RG 1.165 (1997) bola následne vykonaná deagregácia týchto hodnôt pre frekvenciu 10 Hz. Postup pri hodnotení a metodika výpočtu boli preverené a schválené misiou MAAE (SIDAM) v roku 2003.

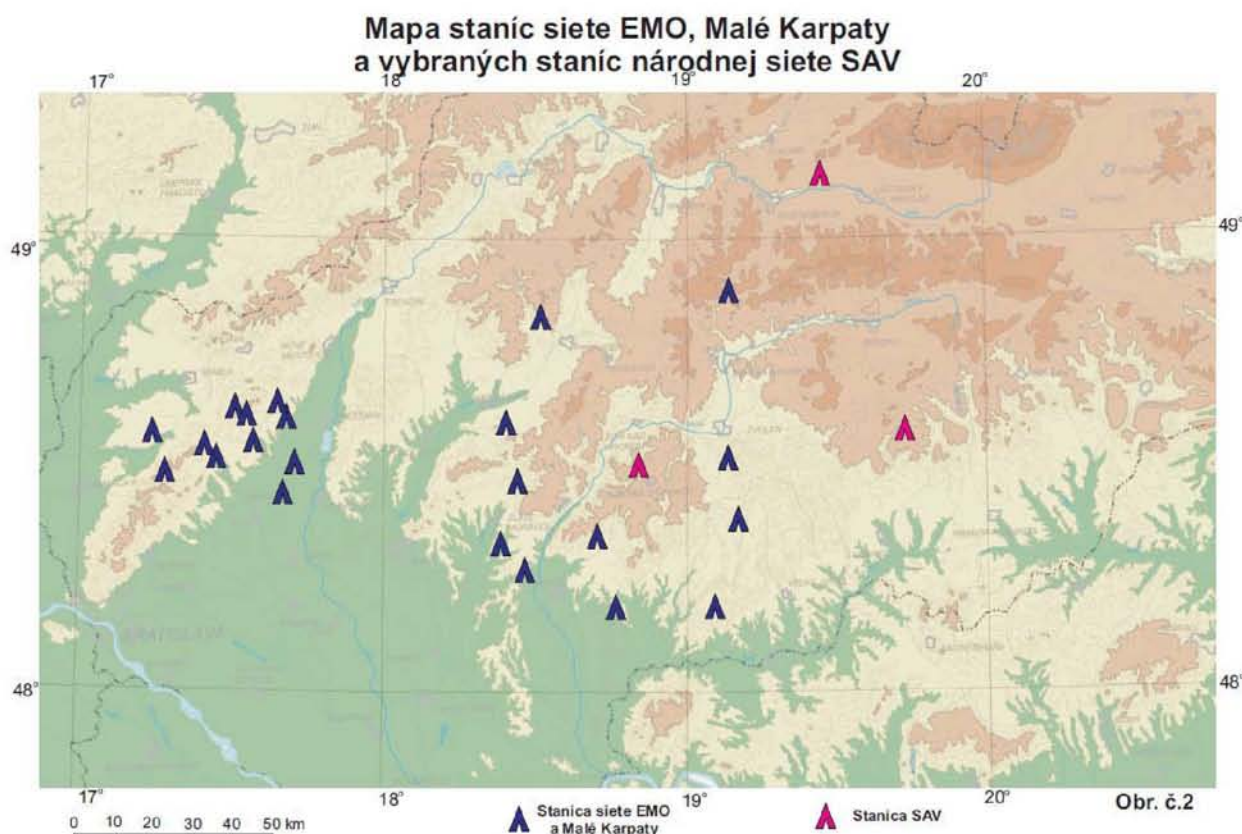
Výsledkom pravdepodobnostného hodnotenia bolo stanovené seizmické ohrozenie pre lokalitu EMO pre návratové periódy 475 rokov (SL1) a 10 000 rokov (SL2).

Misia MAAE(SIDAM) 2003 odporučila vykonať podrobnejší geologický prieskum zlomu Dobrica, ktorý bol zatriedený ako potenciálny aktívny zlom. Za účelom dokladovania stability uvedeného zlomu, resp. preukázania jeho malej hĺbky boli v roku 2006 vykonané práce dokladujúce stabilitu zlomu. V roku 2006 boli uskutočnené, v súlade s odporúčením misie MAAE, opätovné merania posunov na Geodetickej polohovej sieti lokality EMO a v roku 2007 bola vypracovaná Citlivostná štúdia zahrnutia zlomov v blízkom regióne AE Mochovce.



Graf 2.1.1- 1.: Postupnosť zvyšovania hodnoty seizmického ohrozenia lokality EMO

V rámci sledovania seizmickej aktivity sa vykonáva monitorovanie seizmických javov na lokalitách JE v súlade s odporúčaniami uvedenými v bezpečnostnom návode MAAE 50-SG-S1 (Rev.1) a výsledkov seizmického prieskumu ohrozenia lokality JE. Jednou zo základných podmienok pre komplexné zhodnotenia seizmického ohrozenia lokality jadrovej elektrárne je seizmologická databáza obsahujúca údaje o seizmickej aktivite a mikroaktivite na základe ich monitorovania seizmickými prístrojmi v regionálnom i lokálnom meradle.



Obr. 2.1.1- 10.: Rozmiestnenie seizmických monitorovacích staníc

Monitorovanie seizmickej aktivity a mikroaktivity okolia JE Bohunice a Mochovce spočíva nepretržitom registrovaní a analyzovaní seizmických javov vykonávané na 22 seizmických staniciach. Seizmickú sieť v okolia JE Bohunice tvorí 11 seizmických staníc nachádzajúcich sa v lokalitách: EBO, Buková, Dobrá Voda, Hradište, Lančár, Lakšár, Katarínka, Pustá Ves, Plavecké Podhradie, Smolenice a Špačince. Seizmickú sieť v okolia JE Mochovce tvorí taktiež 11 seizmických staníc nachádzajúcich sa v lokalitách: EMO, Hrušov, Bory, Kolačno, Michalková, Polichno, Mlyňany, Hostie, Dižín, Devičany, Valentová. Mochovce Umiestnenie seizmických staníc bolo navrhnuté a vybudované na základe detailného seizmického a geologického prieskumu vypracovaného Geofyzikálnym ústavom Slovenskej akadémie vied a posudzovaného misiami MAAE v rokoch 1998 a 2004.

Monitorovanie seizmickej aktivity a analýzu seizmických javov okolia jadrových elektrární je zabezpečované dodávateľským spôsobom. Výsledky monitorovania sú spracovávané v štvrťročných

správach. V prípadoch výskytu silnejších seizmických javov sú výsledky analýzy týchto javov vypracované do dvoch dní od ich registrácie.

Seizmické stanice umožňujú detegovať a lokalizovať lokálne zemetrasenia s magnitúdou vyššou ako $M_I > 1$.

Všetky stanice sú vybavené trojzložkovou digitálnou aparaturou RUP-2000, RUP-2003, Microstep. Ako registračné snímače sú použité krátkoperiodické snímače SM-3 (citlivosť 17/Vms-1) alebo LE 3D (citlivosť 400/Vms-1). Na všetkých staniciach je použitá časová základňa GPS, stanice je možné ovládať diaľkovo (ISDN, Internet, Mobil, Analóg).

2.1.2. Opatrenia na ochranu elektrárne proti DBE

2.1.2.1. Identifikácia SKK, ktoré sú potrebné pre dosiahnutie bezpečného odstavenia

Seizmická klasifikácia konštrukcií, systémov a komponentov (SSCs)

Pre AE Mochovce sú v súlade s Technical Guidelines for the Re- Evaluation Programme of Mochovce NPP (IAEA 1995), uplatňované nasledovné kritériá pre zaradovanie jednotlivých komponentov do seizmických kategórií:

Seimická kategória 1

Do tejto kategórie patria stavebné konštrukcie, systémy a komponenty ktoré zaisťujú

- bezpečné odstavenie reaktora a zabezpečenie podkritičnosti aktívnej zóny
- kontrolu a udržiavanie parametrov PO a SO
- odvod zvyškového tepla z reaktora
- dochladenie do studeného stavu a udržaním v týchto podmienkach po dobu min. 72hod.
- integritu PO a SO až po uzatváracie armatúry medzi kategóriami 1a2
- zabránenie úniku rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia do okolia

Seizmická kategória 1 sa delí na podkategóriu

- 1a, do ktorej patria tie aktívne komponenty pri ktorých sa vyžaduje plná funkčná spôsobilosť počas a /alebo po skončení zemetrasenia
- 1b, do ktorej patria komponenty zariadenia pri ktorých sa vyžaduje seizmická odolnosť v zmysle dostatočnej mechanickej pevnosti a hermetičnosti

Do seizmickej kategórie 2 patria všetky stavebné konštrukcie, systémy a komponenty, ktoré nepatria do kategórie 1.

Seizmická kategória 2 sa delí na podkategóriu

- 2a, do ktorej patria stavebné konštrukcie, systémy a komponenty , ktoré by mohli v dôsledku tzv. seizmických interakcií priamo či sprostredkovane spôsobiť stratu funkčnosti, pevnosti, hermetičnosti či stability polohy konštrukcií, systémov, komponent zariadení zaradených do seizmickej kategórie 1.

Obvykle sa vyžaduje , aby stabilita polohy konštrukcií a komponent tejto kategórie zostala zachovaná počas a aj po skončení zemetrasenia

- 2b, do ktorej patria všetky ostatné stavebné konštrukcie, systémy a komponenty technologického zariadenia.

Konštrukcie ,systémy a komponenty (SSCs) potrebné pre dosiahnutie bezpečného odstavenia a dochladenia bloku po seizmickej udalosti, a ich zaradenie do jednotlivých seizmických kategórií, sú uvedené v zozname SSEL.

V rámci ochrany elektrárne proti DBE,resp.BDBE, boli príslušné zariadenia a konštrukcie uvedené v SSEL prehodnotené a následne v prípade potreby zosilnené na požadovanú úroveň.

Hodnotenie seizmickej odolnosti každého prvku v náväznosti na DBE ,resp. nadprojektové zemetrasenie, je určené hodnotou HCLPF daného prvku bloku.

Hodnota HCLPF vyjadruje zároveň aj potenciálne bezpečnostnú rezervu daného prvku.

Pôvodný seizmický projekt a zosilnenie SSC

Pre pôvodný projekt ($PGA=0.06g$) seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov AE EMO boli použité sovietske normy VSN 15-78 a CHIP –II-7-81 a vtedy platná norma pre stavebné konštrukcie ČSN 730036 (1974). Technologické komponenty spĺňali sovietsku normu OTT 87.Pre stavebné objekty ,vzhľadom na skutočnosť zakladania na skalnom podloží, neboli vykonané žiadne analýzy interakcie pôda - konštrukcia

Nadprojektové zosilnenie SSCs

Pre nadprojektové zosilnenie ($PGA=0,1g$) seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov AE EMO bola vypracovaná špeciálna metodika:

Požiadavky na prehodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií a zariadení JEMO- 1a2 blok. (správa rep15-95). Pri tvorbe tejto metodiky boli zohľadnené v tom čase platné predpisy a normy:

Pri prehodnocovaní SSCs bola použitá metóda SMA

Pre určovanie HCLPF boli použité metóda CDFM a metóda GIP VVER

Hlavné zásady CDFM pre výpočet hraničnej seizmickej odolnosti(SMA) boli nasledovné:

- Kombinácia účinkov – NPP +SME
- Namáhanie materiálov na medzi únosnosti – minimálne zaručené hodnoty podľa noriem pre navrhovanie
- Podmienky pevnosti – medzné stavy únosnosti pre betónové a oceľové konštrukcie.Servis level D pre tlakové aparáty, potrubia a nádrže podľa ASME BPVC section III
- Duktilita – využíva sa pre duktilitný spôsob porušenia, faktor v týchto prípadoch je obvykle v rozmedzí od 1,25 do 2.

Akcelerogramy vygenerované zo seizmických spektier odozvy absolútneho zrýchlenia podľa NUREG/CR-0098 sú uvedené v špeciálnej metodike.

Základné požiadavky na hodnotenie stability a pevnosti kotiev postup ako tieto požiadavky splniť a overiť na stavbe boli v čase zosilňovania elektrárne EMO12 podrobne popísané v správe.

Problematikou seizmických interakcií sa podrobne zaoberá metodika GIP VVER. V tejto metodike je popísané zisťovanie interakcií a sú uvedené vzorové formuláre do ktorých sa pri seizmických pochôdzkach zapisujú jednotlivé zistenia a spôsob nápravy. Tento postup bol použitý aj pri prehodnocovaní EMO12.

Pre stavebné objekty , ktoré nie sú seizmicky klasifikované neboli robené žiadne analýzy týkajúce sa ich kolapsu. Pre tieto objekty boli použité len požiadavky uvedené v norme ČSN 730036.

Prístupové, resp. únikové komunikácie boli uvažované v rámci prístupu závodného hasičského zboru (ZHU) k jednotlivým významným objektom.

2.1.2.2. Hlavné náhradné prevádzkové postupy v prípade závad

Pre oblasť seizmického dochladenia po seizmickej udalosti sú použiteľné nasledovné predpisy:

- *Technologický predpis TP/6017- Systém antiseizmickej ochrany SIAZ*

Seizmický monitorovací systém je určený pre

- nepretržité sledovanie kmitania základovej dosky HVB
- automatické vydanie signálu na zapôsobenie havarijných ochrán reaktora a odstavenie dôležitých agregátov AE pri prekročení nastavenej hodnoty zrýchlenia
- registráciu priebehu kmitania pri dosiahnutí nastavenej hodnoty kmitania
 - *Technologický predpis TP/6009 – Dochladenie po seizmickej udalosti*

Technologický predpis popisuje činnosti systému havarijného dochladzovania po seizmickej udalosti, popis zariadení a návazností systému, prevádzkové limity a technologické obmedzenia, spôsob a činnosť obsluhy, nábeh a prevádzku systému.

2.1.2.3. Ochrana proti nepriamym dôsledkom zemetrasenia

V rámci zostavovania „Scenára pre uvedenie bloku do bezpečného stavu po seizmickej udalosti“ bolo zadefinované nasledovné:

- Hlavné účinky očakávané v danej lokalite od zemetrasenia, ktoré sú spojené s vibráciami indukovanými v SSCs prostredníctvom stavebných konštrukcií.
- Systémy, ktoré sú nevyhnutné pre bezpečné odstavenie, dochladenie bloku a zabránenie úniku ra- látok do životného prostredia po seizmickej udalosti sú uvedené v SSEL. Do tohto zoznamu boli zahrnuté aj nádrže obsahujúce veľké množstvo vody, ktoré by mohli v prípade seizmickej udalosti mať vplyv svojím roztrhnutím, alebo interakciou na seizmickú bezpečnosť.
- Pre prípad možného znefunkčnenia elektrických komponentov umiestnených v rozvádzačoch od presakujúcej vody z horných podlaží v pozdĺžnej etážerke sú tieto rozvádzače opatrené ochrannou strieškou.
- Seizmická odolnosť týchto systémov je zabezpečená do úrovne SL2. Systémy, ktoré nie sú projektované ako seizmicky odolné môžu byť poškodené.

- Spolu so seizmickou udalosťou sa predpokladá strata napájania vlastnej spotreby z externých a interných zdrojov a možný vznik malých lokálnych požiarov.
- Elektrické napájanie zariadení uvedených v SSEL bude zabezpečené energiou zo systému ZN (zaistené napájanie) I. a II. kategórie.

2.1.2.3.1. Hodnotenie potenciálnych zlyhaní ťažkých štruktúr, tlakových zariadení, rotačných zariadení, alebo systémov obsahujúcich veľké množstvo vody ktoré nie sú projektované ako odolné proti DBE a ktoré by mohli ohroziť prenos tepla do konečného recipientu mechanickou interakciou alebo vyvolaním vnútornej záplavy.

Aby sa predišlo nedovoleným účinkom na konštrukcie a zariadenia seizmickej triedy 1 v dôsledku zlyhania prevádzkového zariadenia, boli zhodnotené situácie s takýmto možným vplyvom (interakcie). Toto zhodnotenie sa urobilo obchôdzkami v miestnostiach, kde sú umiestnené bezpečnostné zariadenia. Počas týchto obchôdzok sa posúdili prevádzkové zariadenia v týchto miestnostiach, či ich porucha vyvolaná zemetrasením nemôže spôsobiť problémy na nejakom zariadení seizmickej kategórie 1. Prevádzkové zariadenia, ktoré sú považované za rizikové, sú klasifikované v seizmickej triede 2a, a je preukázaná ich seizmická odolnosť pri zohľadnení poruchových mechanizmov, ako je mechanické porušenie, rozsiahlejšie zaplavenia, nesprávna funkcia, ktoré treba vylúčiť.

Porušenie stavebných konštrukcií - konštrukcie umiestnené v blízkosti stavebných objektov dôležitých z bezpečnostného hľadiska boli zaradené do seizmickej kategórie 2a, následne seizmicky zodolnené, aby nedošlo seizmicitou k ich kolapsu.

Sú to tieto konštrukcie:

- Strojovňa, ktorá je priamo spojená s pozdĺžnou etažérkou hlavného výrobného bloku,
- prevádzkovú budovu SO840.

Analýzou bola preverená seizmická stabilita ventilačného komína, ktorý je umiestnený v blízkosti hlavného výrobného bloku. Stabilita zaťažených hlavných konštrukcií strojovne je nevyhnutná nielen na zabezpečenie stability hlavného výrobného bloku, ale aj na zníženie možností rozsiahleho vplyvu na zariadenia s vyšším potenciálom rizika, ktoré sú umiestnené vnútri strojovne.

Porušenia turbíny - v prípade porušenia turbíny sa môžu uvoľniť letiace úlomky s vysokou energiou a je možný ich náraz na pozdĺžnu etažérku a následne na budovu reaktora. Musí sa preto zabrániť porušeniu rotačných častí turbíny. V rámci riešenia bezpečnostných opatrení bol dodaný nad rotor turbíny ochranný štít.

Prasknutie vysokoenergetických nádrží - aby sa zabránilo tlakovým vlnám a letiacim úlomkom v dôsledku porúch veľkých nádrží, prevádzkové nádrže s vysokoenergetickým obsahom v priestoroch zariadení seizmickej triedy 1 boli analyzované následne seizmicky zodolnené na SK 2a na udržanie svojej celkovej stability po zemetrasení.

Pád ťažkého manipulačného zariadenia - súbežná činnosť žeriavu s ťažkým zaťažením a zemetrasenia sa nepredpokladá, pretože je veľmi nízka pravdepodobnosť, že takáto situácia nastane (iba niekoľko hodín činnosti žeriavu ročne). Seizmickými úpravami je preukázané, že po zemetrasení nedôjde k pádu samotných mostov žeriavov, uložených v bezpečnostne dôležitých budovách. Manipulačné zariadenia v hlavnom výrobnom bloku, ktoré sú umiestnené nad horným poschodím hermetickej zóny ako mostové žeriavy na reaktorovej sále a zavážací stroj boli analyzované na udržanie svojej stability počas zemetrasenia a po ňom. Mostové žeriavy v strojovni a na pozdĺžnej etažérke hlavného výrobného bloku (úroveň +14,7 m) majú stanové parkovacie polohy, ktoré nie sú nad zariadeniami (turbogenerátormi, komponentmi alebo potrubiami systému pary a napájacej vody) počas prevádzky bloku na výkone.

2.1.2.3.2. Strata externého napájania, ktorá by mohla zhoršiť dopad seizmicky vyvolaných interných zlyhaní v JE

V rámci seizmického scenára sa predpokladá strata externého napájania, ktoré je posúdené v kap. 5.

2.1.2.3.3. Situácia mimo elektrárne, vrátane ohrozenia dostupnosti JE pre personál alebo zdržanie príchodu personálu alebo zariadenia

Na základe vyselektovaných slovných formulácií pre stupne intenzity MSK 64 z pohľadu prístupových (únikových) možností sú zaujímavé nasledujúce stupne:

- VI. Silné zemetrasenie . Trhliny v murive. Poškodenie komínov. Zosuny pôdy.
- VII. Veľmi silné zemetrasenie. Chatrné budovy poškodené ťažko. Poškodené potrubia. Trhliny v zemi. Zosuny pôdy a porušenie vozoviek. Posun pieskových a štrkových násypov.

Na základe týchto formulácií je možné urobiť nasledovný záver:

- Pre AE EMO pre zadefinovanú úroveň seizmického ohrozenia 7,4 MSK 64 tiež môže dôjsť k porušeniu vozoviek. Pre AE EMO sa to bude týkať v prvom rade zdrojovej zóny Dobrá Voda, následne Komárno a Banská Štiavnica.
- Prístup hasičských jednotiek k jednotlivým významným stavebným objektom v prípade požiaru je zabezpečený minimálne z dvoch smerov a je zadefinovaný vo výjazdových kartách ZHU.
- Pre prísun personálu a potrebného technického zabezpečenia je nutné uvažovať s prípadným porušením vstupných objektov do elektrární, nakoľko neboli v pôvodnom projekte uvažované ako seizmicky odolné. V rámci pripravovaného seizmického z odolnenia budú tieto objekty predmetom analýz.

Zabezpečenie dodávok chladiacej vody je možné predpokladať požiarnymi cisternami z VD V. Kozmálovce. Prístupové trasy sú vedené po štátnej komunikácii na trase Mochovce - M. Kozmálovce a následne prístupovou cestou k odbernému miestu čerpacej stanice. Na trase sa nenachádza žiadny cestný most ,ktorý by mohol byť uvažovaný ako prekážka v prípade seizmickej udalosti.

Ďalší vodný zdroj môže byť uvažovaná malá vodná elektráreň na rieke Hron v blízkosti obce Kálnica (Kálna nad Hronom). Na tejto trase sa nenachádza žiadny most.

Prístup odborného personálu je predpokladaný zo smerov Levice, Nitra, Zlaté Moravce. Uvedené mestá Nitra a Zlaté Moravce sú dostupné štátnymi cestami a je predpoklad že po zadefinovanej seizmickej udalosti zostanú prejazdné. Zo smeru Levice je potrebné uvažovať so skutočnosťou , že na toku rieky Hron sú vybudované vo vzdialenosti 10 km tri mostné objekty a preto rieka Hron nebude limitovať príchod odborného personálu.

2.1.2.3.4. Ostatné nepriame dôsledky (požiar, explózia)

Vyplývajú z seizmického scenára a podporných analýz, rozsiahly požiar ako dôsledok seizmickej udalosti sa neuvažuje z nasledovných dôvodov:

- Elektrické systémy sú redundantné a fyzicky oddelené,
- všetky elektrické zariadenia I. a II. kategórie budú seizmicky odolné, bez ohľadu na to či napájajú spotrebiče z SSEL alebo nie, čím sa značne znižuje riziko vzniku požiaru,
- je však možný vznik malých lokálnych požiarov, ktoré budú následne likvidované závodným hasičským útvarom (ZHU).

Pre zvládnutie lokálnych požiarov sa uvažujú:

- seizmicky a protipožiarno odolné ohraničujúce stavebné konštrukcie medzi jednotlivými požiarovými usekmi,
- seizmicky odolné požiarne VTZ (vzduchotechnické) klapky s protipožiarnou izoláciou VTZ potrubí medzi jednotlivými požiarovými usekmi,
- seizmicky odolný stabilný hasiaci systém so seizmicky odolnou elektrickou požiarou signalizáciou pre identifikáciu požiaru a následnou iniciáciou SHZ (stabilné hasiace zariadenie),
- zariadenia obsahujúce horľavé látky (najmä olej) sú zaradené do seizmickej kategórie 1b.

2.1.3. Súlad so súčasne platnou licenčnou základňou

2.1.3.1. Organizačné procesy u prevádzkovateľa

Pre oblasť zariadení spadajúcich do kategórie vybraných zariadení sú spracované programy kvality resp. IPZA, ktoré podliehajú schvaľovaniu UJD SR. V týchto dokumentoch sú zadefinované požiadavky na kontrolu jednotlivých zariadení s pohľadu zabezpečenia ich bezchybnej funkčnosti. O týchto kontrolách (prehliadkach) sú vedené záznamy vo forme protokolov o stave daného zariadenia.

Okrem týchto kontrol sú v súlade s odporučeniami MAAE, v rámci programu riadeného starnutia vytypovaných komponentov a programu hodnotenia stavebných objektov, periodicky hodnotené zadefinované ukazovatele ich technického stavu.

2.1.3.2. Organizačné procesy u prevádzkovateľa, ktoré zabezpečujú, že mobilné zariadenia a zásoby, ktoré majú byť podľa plánu k dispozícii po zemetrasení, sú trvale udržiavané v stave pohotovosti

Za účelom udržiavania mobilných zariadení, určených pre dodávku vody do systému superhavarijného doplnňovania, v prevádzkyschopnom stave sú v súlade s harmonogramom striedania a funkčných skúšok zariadení primárneho a sekundárneho okruhu –TH/0031 a HO8708, je zabezpečená pohotovosť príslušných čepadiel na dodávku vody z externých zdrojov.

2.1.3.3. Potenciálne odchylky od licenčnej bázy a postupy aplikované v podobných situáciách.

JE EMO12 získala licenciu na prevádzkovanie v roku 1998. Seizmické zadanie pre získanie licencie bolo určené hodnotou $PGA = 0,1g$.

V roku 1998 - 2003 bol vypracovaný, na základe odporučení misíí MAAE z roku 1998, „Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia lokality EMO“. Postup vypracovania pravdepodobnostného výpočtu bol zhodnotený a následne akceptovaný misiou MAAE z roku 2003.

Údaj $PGA = 0,15g$ uvedený v pravdepodobnostnom výpočte je podkladom pre výstavbu MO34 a zároveň je vstupným údajom pre pripravované z odolnenie EMO12.

2.2. HODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV

2.2.1. Rozsah intenzity zemetrasenia, vedúceho k ťažkému poškodeniu paliva

JE EMO12 v rámci plnenia bezpečnostných opatrení bola zodolnená z pôvodnej hodnoty 0,06g na novú hodnotu $PGA=0,1g$ a tým s rezervou (66%) spĺňa požiadavky na ochranu proti DBE ($PGA=0,06g$). V súlade s jednotlivými úrovňami zemetrasenia môžeme použiť pre $PGA=0,1g$ výraz nadprojektové zemetrasenie (BDBE). Pre pripravované nové zodolnenie na hodnotu $PGA=0,15g$ budú musieť byť podľa skúseností z výstavby MO34 vykonané úpravy – zosilnenia –stavebných objektov a tiež technológie.

Odhad PGA, ktoré by viedlo k poškodeniu najslabšieho článku je potrebné podmieniť v prvom rade seizmickou odolnosťou stavebného objektu HVB - reaktorovňa a seizmickou odolnosťou vlastnej nádoby reaktora a seizmickou odolnosťou BSVP.

V rámci detailnejšieho posudzovania jednotlivých stavebných konštrukcií, precíznejšieho stanovenia podlažných spektier odozvy pre vytýpované bezpečnostné technologické komponenty, využitím existujúcich pevnostných rezerv zadefinovaných v normatívnej dokumentácii a pravdepodobnostným hodnotením zlyhania jednotlivých komponentov je zistená rezerva nad BDBE v rozsahu 20% - 30%.

2.2.2. Rozsah intenzity zemetrasenia, vedúceho k strate integrity kontajneru

Podľa výpočtov vykonaných pre MO34 a inžinierskeho odhadu je strata integrity kontajneru pre lokalitu EMO, elektrárne EMO12, pravdepodobná od $PGA=0,2g$.

2.2.3. Zemetrasenie prevyšujúce projektové zemetrasenie a následná záplava prevyšujúca maximálnu projektovú záplavu.

Z geomorfologických charakteristík a hydrologických skutočností v lokalite EMO nie je predpoklad vzniku externej záplavy v dôsledku zemetrasenia.

2.2.4. Potenciálna potreba zvýšiť odolnosť elektrárne proti zemetraseniu

Takto určená požiadavka bola predmetom seizmického zodolnenia EMO12 na hodnotu $PGA=0,1g$ v roku 1998.

V rámci pripravovaného zodolnenia EMO12 je zadefinované zvýšiť seizmickú odolnosť a bezpečnosť elektrárne na hodnotu $PGA=0,15g$.

ZÁVERY

Na území Slovenska a priľahlých územiach, ktoré by mohli seizmicky ohroziť dotknuté lokality JE sa nenachádzajú žiadne tektonické štruktúry, ktoré by vyvolali vznik extrémne silných zemetrasení porovnateľných s katastrofickým zemetrasením v Japonsku. Pre stanovenie pôvodných projektových parametrov a v súčasnosti platných parametrov seizmického ohrozenia lokality Mochovce boli použité rôzne metodiky, ktoré boli podrobené a akceptované medzinárodnými misiami. Počas výstavby bola zvýšená

seizmická odolnosť vybraných SKK proti pôvodnej hodnote uvažovanej c v projekte $PGA = 0,06g$ na hodnotu $PGA = 0,1g$, ktorá zodpovedá návratovej perióde 10 000 rokov.

Lokalita Mochovce bola prehodnotená na základe novej metodiky v rokoch 1998 až 2003 a nová hodnota seizmického ohrozenia bola stanovená na $PGA = 0,143 g$, taktiež pre návratovú periódu výskytu 10 000 rokov. Postup prehodnotenia bol preverený misiou MAAE v roku 2003.

Za účelom dosiahnutia zvýšenej seizmickej bezpečnostnej rezervy prebieha seizmické z odolnenie elektrárne na hodnotu $PGA = 0,15g$. Integrita kontajneru je uvažovaná do úrovne $PGA = 0,2g$.

Z charakteristík materiálov, z ktorých sú zhotovené jednotlivé potrubné trasy bezpečnostných systémov, je možné predpokladať, že dôjde v prvom rade k plastickým deformáciám a až po prekročení tejto medze môže dôjsť k vzniku malých trhlín. Celistvosť potrubí a komponentov na potrubíach preto nebude porušená ani po prevýšení úrovne zemetrasenia $PGA = 0,15g$.

3. ZÁPLAVY

3.1. PROJEKTOVÁ ZÁKLADŇA

3.1.1. Záplava uvažovaná v projekte

3.1.1.1. Charakteristika projektovej záplavy

V projekte elektrárne nebola postulovaná projektová záplava. Posudzované boli možné zdroje záplav. Jediná možnosť záplav v lokalite EMO sú extrémne zrážky. Hodnota zrážok uvažovaná v projekte je dážď 140 l.s-1.ha-1 s frekvenciou výskytu 1 krát za 100 rokov.

Základné predpisy z obdobia projektovania a konštruovania EMO1,2 sú uvedené v Kompletnej finálnej správe zo stres testov, ktorá je u držiteľa povolenia na SE a.s.

3.1.1.2. Metodika použitá na odvodenie projektovej záplavy

Na základe analýzy je zrejmé že riziko spojené s ostatnými potenciálnymi zdrojmi záplav, t.j.:

- Blízke povrchové zdroje
- Zlyhanie priehrad
- Vlnobitie zo silných vetrov
- Spodná voda

Je zanedbateľné a môže sa vylúčiť , ako je preukázané v nasledovných kapitolách

Blízke povrchové zdroje

Z hľadiska možného ohrozenia objektov účinkami záplav na riekach a vlnobitia na veľkých vodných plochách treba brať do úvahy skutočnosť, že lokalita JE EMO je umiestnená vo vnútrozemí na vyvýšenine, mimo vodných tokov a veľkých vodných plôch. Objekty vo vnútri areálu JE EMO nie sú priamo ohrozené statickými a dynamickými účinkami zátop a záplav na okolitých vodných tokoch a dielach.

Princíp projektovania je v súlade s medzinárodnou praxou.

Zlyhanie priehrad

Predprevádzková bezpečnostná správa pre EMO konštatuje nereálnosť rizika vonkajšieho zaplavenia z titulu neexistencie žiadnej hrádze a priehrady v blízkosti EMO (taktiež podstatnou skutočnosťou je vyššia nadmorská výška umiestnenia elektrárne voči svojmu okoliu).

Boli konštatované nízke a málo pravdepodobné riziká. Z analýz vykonaných v PBS kap. 7.4.20 vyplýva, že záplavy, spôsobené prípadným roztrhnutí existujúcich priehrad v povodí Hrona by vzhľadom na ich pomerne malé objemy a lokalizáciu hlavne v hornej časti povodia nemali vážne ohroziť objekty EMO 12 a MO34. Lokalita EMO1,2 sa nachádza v povodí Nítry v blízkosti rozvodnice s Hronom. Samotné objekty MO1,2 a MO34 sú umiestnené vo svahu. V blízkom okolí sa nenachádzajú žiadne priehrady, ktoré by pri možnom poškodení (zemetrasenie, úmyselné poškodenie) mohli ohroziť objekty MO1,2 a MO34.

Územie, kde sa nachádzajú väčšie vodné nádrží v povodí Hrona nepatrí medzi významnejšie seizmické oblasti, ako dokazuje PBS kap. 4.3 „Seizmicita,“ Pre vodné dielo Veľké Kozmálovce v daných

geologických podmienkach nehrozí nebezpečie podmletia hrádzí. Okrem toho je tento jav neustále pozorovaný a vyhodnocovaný technickými zariadeniami.

Záplavy spôsobené poškodením vodnej nádrže Veľké Kozmálovce

Odborný objekt čerpacej stanice (ČS) pre technologickú vodu sa nachádza mimo územia ochranného pásma EMO na pravostrannej hrádzi vodného diela (VD) Veľké Kozmálovce v km 0,170 až 0,212 staničenia hrádze. Vodné dielo je vytvorené vzdutím hladiny Hrona haťou a hrádzovaním koryta pri obci Veľké Kozmálovce. Hydrologické podmienky uvedených prítokov Hrona ako aj „bezmenného“ pravostranného prítoku Telinského potoka neovplyvňujú prevádzku JE EMO ani ČS na Hrone. Pri zlyhaní priehrad VD Veľké Kozmálovce bude ohrozený zdroj surovej vody (výpadok elektronapájania) z dôvodu zatopenia spomenutej čerpacej stanice.

Spotreba prídavnej vody pre rôzne prevádzkové režimy blokov v prípade straty dodávky vody z Hrona je riešené znížením výkonu blokov a rezervou zo zásobných nádrží vody $2 \times 6\,000 \text{ m}^3$

Z posúdenia znížených objemov vody v prechodných obdobiach sucha a z rozličných alternatív dodávky vody pre štyri reaktorové bloky vyplýva, že odber vody pre potreby EMO12 a MO34 nebude ohrozený ani počas dočasných období sucha. Ani pri výskyte 100-ročného minimálneho prietoku vody v rieke Hron ($7,70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) bude zabezpečený dostatočný objem vody na prevádzku všetkých štyroch reaktorových blokov EMO1,2 (maximum $1,667 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) z hľadiska zaistenia jadrovej bezpečnosti (nie však normálnej prevádzky na nom. výkone všetkých štyroch blokov JE EMO)

Princíp projektovania je v súlade s medzinárodnou praxou.

Vlnobitie zo silných vetrov

Pre umiestnenie EMO1,2 mimo veľkých vodných plôch nie je ochrana proti vlnobitiu pri veterných búrkach a hurikánoch aktuálna. Objekty JE EMO mimo ČS surovej vody na rieke Hron nie sú ohroziteľné vlnobitím pri veterných búrkach a hurikánoch, a preto ani v projekte nebolo uvažované s ich ochranou proti týmto udalostiam.

Princíp projektovania je v súlade s medzinárodnou praxou.

Spodné vody

V lokalite Mochoviec sa nachádza 19 prieskumných sond. Tieto sondy tvoria reprezentatívnu sieť pozorovaných objektov s hĺbkou od 10 do 25 m pod zemou. Táto sieť umožňuje realizovať dlhodobé orientované a plošné vyhodnotenie režimu hladín podzemných vôd a zmerať všetky zmeny počas rokov 1966 – 2010.

Analýza geomorfologických, geologických a hydrogeologických podmienok preukázala, že po základy budov EMO1,2 nie je prítomná žiadna podzemná voda.

Poznatky o hydrogeologických podmienkach v oblasti areálu EMO1,2a v severnom, západnom a východnom smere sú dosť slabé. V minulosti sa vykonávali isté prieskumné práce, ale väčšina z nich mala za cieľ určiť inžinierskogeologické charakteristiky. Skalný masív Veľká a Malá Vápenná, na ktorom sa nachádza väčšia časť areálu JE, bol čiastočne počas výstavby elektrárne odťažený.

Výstavba elektrárne sa spájala s veľkými posuvmi pôdy, ktoré mali dopad aj na prúdenie povrchových vôd, ako aj na režim prírodných zberačov presakujúcich vôd. Počas zemných prác (vyrovnávania na 242,00 m nad morom) sa presunulo takmer 6 mil. m^3 skál a pôdy, a v niektorých oblastiach

areálu sa odstránili vrstvy až do 28 m. Odstránením kvartérnej krycej vrstvy sa odstránil aj slabý horizont plytkej podzemnej vody. V súčasnosti sú skalné odrezy suché. Vo vulkanických skalných častiach ani pri hĺbkových vŕtaciach prácach sa nenašla žiadna podzemná voda.

Hladina spodnej vody pod blokmi elektrárne EMO1,2 nebola nameraná. Realizáciou vrtu EMH-1 bola puklinová voda nameraná okolo 65 m pod terénom. S účinkami spodnej vody na stabilitu stavieb nie je treba uvažovať. JE preto nemá vybudovaný stály odvodňovací systém pre reguláciu hladiny spodných vôd. Existujúce vrty vo vnútri a mimo areálu JE slúžia len pre dozimetrickú kontrolu spodných vôd.

Princíp projektovania je v súlade s medzinárodnou praxou.

Extrémny dažď, topiaci sa sneh, kombinácia extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu

Extrémny dažď

Boli posúdené riziká spojené s extrémnym dažďom, topiacim sa snehom ich kombinácia a podmienky odvodu vody z definovaných plôch kanalizačným systémom s poistnými nádržami do odpadového potrubia vedúceho do Hronu. Ako rizikový faktor bol identifikovaný stav upchatia dažďových vpustí. Bolo konštatované, že vzhľadom k výškovému a situačnému umiestneniu areálu JE nehrozí vlastnému areálu zaplavenie v dôsledku prítoku zrážkových vôd z priľahlých extravilánov elektrárne.

Problematika extrémnych prívalových dažďov a ich možný vplyv na bezpečnosť JZ je detailne hodnotená v rámci BO EH02. V rámci uvedeného dokumentu sú navrhnuté bezpečnostné opatrenia a prevádzkové postupy na elimináciu rizika vyplývajúceho z možného nahromadenia vody v priestoroch JZ.

Riziká extrémnych hydrologických podmienok (vonkajšie záplavy vyvolané extrémnymi zrážkami) boli hodnotené v kapitole 4.2 predprevádzkovej bezpečnostnej správy. Ak sú v extraviláne Mochoviec extrémne zrážky, je tu uvedené, že nehrozí riziko záplav areálu elektrárne v dôsledku prítoku dažďovej vody, ak zväžíme výšku a situačné umiestnenie areálu EMO.

Pri posudzovaní rizika z extrémnych zrážok v areáli sa brali do úvahy nasledovné aspekty:

- uvažovali sa riziká spojené s prudkým dažďom, topiaci sa sneh a ich kombinácia.
- uvažovali sa podmienky odvádzania vody z definovaných oblastí kanalizačným systémom s bezpečnostnými nádobami do odtokového potrubia odpadových vôd vedúcich do Hronu.
- stanovil sa rizikový faktor v stave upchatia oblastí odtokov dažďovej vody.

V rámci bezpečnostného opatrenia EH02 pre EMO12 sa stanovili projektové hodnoty extrémnych dopadov dažďa. Ako základ na stanovenie relevantných údajov sa použila podrobná meteorologická štúdia lokality, ktorú vypracoval SHMÚ Bratislava.

Ako projektový základ pre elektrárňu sa uvažovali extrémne dažďové zrážky.

Reliéf lokality EMO1,2 bol umelo vytvorený medzi bývalou obcou Mochovce a vrchom Malá Vápenná. Výsledkom rozsiahlych zemných prác je rozvrstvenie celej plochy do siedmich výškových úrovní, pričom najdôležitejšie objekty sú umiestnené na najvyššej úrovni (242,10 m n.m.) a objekty menej dôležité postupne na úrovniach nižších (chladiace veže 233,10 m n.m.) - najnižšia úroveň je u objektov poistnej nádrže na dažďovej kanalizácii a ČOV (226,10 - 229,60 m n.m.)

Projekt pre záplavy spôsobené extrémnymi zrážkami v extraviláne JE Mochovce

Možno konštatovať, že vzhľadom k výškovému a situačnému umiestneniu areálu JE nehrozí vlastnému areálu zaplavenie v dôsledku prítoku zrážkových vôd z príľahlých extravilánov elektrárne.

Projekt pre záplavy spôsobené extrémnymi zrážkami v intraviláne JE Mochovce

Na celom území elektrárne je vybudovaná dažďová kanalizácia, do ktorej sú zaústené dažďové vpuste zo spevnených a nespevnených plôch areálu JE a dažďové zvody zo striech všetkých objektov elektrárne. Systém dažďovej kanalizácie je tvorený vetvou sústavou dvoch hlavných zberačov, ktoré odvádzajú zachytené dažďové vody do poistnej nádrže dažďovej kanalizácie. Na území elektrárne je vybudovaných celkom 10 940 m stok dažďovej kanalizácie s priemerom 300 až 1 600 mm, ktorých vnútorný objem je 3 890 m³.

Zrážka objemovo väčšia ako 10-ročná sa preleje cez prelivovú stenu nádrže, odtiaľ cez odpadovú šachtu, ktorá je spoločná pre oba bazény, do odpadného potrubia DN 1400 mm s dĺžkou 72 m cez veľkopriestorovú šachtu, nachádzajúcu sa už za betónovým oplotením JE, do vysvahovaného a otvoreného koryta smerujúceho do príľahlého vodného toku Ulička, ktorý sa vlieva do rieky Hron. Otvorené koryto je spevnené na dne žľabovkou, svahy koryta sú spevnené cestnými panelmi. Celý areál elektrárne je v rámci systému ochrany a kontroly objektu ohraničený 2,6 m vysokou železobetónovou stenou, ktorá však z hľadiska odtoku vôd v najnižšie položených plochách pôsobí ako zábrana.

Pri extrémnej zrážke môže nastať prípad, že väčšina dažďových vpustí bude vyradená z prevádzky nánosmi, ktoré sa uvoľnia z nespevnených plôch. Bol zavedený predpoklad, že všetky vpuste sú vyradené z prevádzky a voda postupne steká po umelo vytvorených plochách do najnižších miest. Sú funkčné iba odvodnenia na strechách, kde vznik nánosov z pohľadu ich konštrukcie je vylúčený. Za tohto predpokladu bola stanovená odtoková výška vody na jednotlivých plochách. Tento spôsob sa javí ako bezpečný pre stanovenie nebezpečenstva zatopenia vybraných objektov. U striech bol podrobený posúdeniu spôsob odvodnenia striech, t.j. počet, rozmiestnenie dažďových vpustí a spôsob odvedenia vody do vpustí (priame zvislé a ležaté zvody).

Pri posudzovaní striech na odvod rýchlo sa topiaceho snehu bol zavedený predpoklad, že dažďové vpuste sú úplne zamrznuté a neschopné odvádzať vodu. Podrobná analýza zrážok s pravdepodobnosťou výskytu 100, 1 000, 10 000 rokov a jej dopad na odtok sú v BO EH 02, výsledky sú uvedené ďalej a v nasledujúcich 2 kapitolách.

Topiaci sa sneh

Maximálny denný odtok z čiastočných povodí vyvolaný roztápaním sa snehovej prikrývky je uvažovaný vo výške 100 mm ako trojnásobok denného objemu z roztápania, udávaný hodnotou 35 mm. Ohrozenie dôležitých stavebných objektov pri prudkom roztápaní maximálnej snehovej prikrývky je z dôvodu ich stavebného vyhotovenia rovnakého rozsahu, ako je udávané v predchádzajúcom odseku pojednávajúcom o extrémnom daždi. Pokiaľ budú objekty chránené proti vniknutiu dažďovej vody opatreniami, popísanými v predchádzajúcej časti, nebudú záplavou z rozpúšťania snehovej prikrývky ohrozené.

Čo sa týka snehu, súhrnná výška novej snehovej pokrývky za mesiac (celkovo za mesiac v cm) dosiahla počas najviac exponovaných mesiacov roka (december až január) viac ako pol metra. Maximum 58 cm sa zaznamenalo v decembri 1986. Absolútne maximum novej snehovej prikrývky dosiahlo 24 cm dňa 30.12.2005. Absolútne mesačné maximum celkovej snehovej prikrývky sa zaznamenalo v období od decembra do marca, a to od 30 cm do 40 cm, najviac 40 cm sa nameralo 12.1.1987. Priemerná výška snehovej prikrývky (podiel súčtu celkovej snehovej prikrývky a počet dní snehovej prikrývky) dosiahla počas

sledovaných 30 rokov 6,8 cm a priemerná snehová výška (podiel súčtu celkovej snehovej prikrývky a počtu dní od prvého do posledného dňa so snehom) dosiahla 3,3 cm; hraničné hodnoty sa pohybujú od 0,9 cm (1990) do 16,5 cm (2005) a od 0,2 cm (1998) do 8,8 cm (2005).

V rámci bezpečnostného opatrenia EH02 pre EMO12 sa stanovili projektové hodnoty extrémnych dopadov snehových zrážok. Ako základ na stanovenie relevantných údajov sa použila podrobná meteorologická štúdia lokality, ktorú vypracoval SHMÚ Bratislava.

Ako projektový základ pre elektrárňu sa uvažovalo nielen s rýchlym topením sa snehu, ale aj s horšou udalosťou a to s kombináciou dažďa v areáli a rýchleho topenia snehu. Snehová prikrývka, ktorá sa uvažovala v prípade rýchleho topenia, má výšku 60 cm.

Pri prudkom roztápaní môže nastať prípad, že dažďové vpuste na strechách budú zamrznuté - upchané ľadom, a neumožnia žiadny odtok vody z rozpúšťajúceho sa snehu. Podľa výsledkov vyplývajúcich z BO EH 02 po statickom posúdení striech na toto extrémne zaťaženie pri rešpektovaní spádových plôch striech (vznikne trojuholníkové zaťaženie - najväčšie u atík a v žľaboch) bolo v stavebnej zmene č. 807 rozhodnuté o výmene existujúcich strešných odpadových vpustí za vyhrievané, ktoré zabezpečia odvádzanie prudko sa topiacej snehovej vrstvy, a to u objektov: č. 800/1 - 01, č. 805/1 - 01, 806/1 - 01,02, 442/1 - 01, 801/1 - 01, 548/1 - 03. Uvedená zmena bola zrealizovaná.

Kombinácia extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu

Podľa dostupnej hydrologickej literatúry nemôže dôjsť v klimatických podmienkach EMO1,2ku kombinácii výskytu extrémnych zrážok a roztápania maximálnej snehovej prikrývky. V dobe, kedy dochádza k roztápaniu snehovej prikrývky, sa extrémne dažde nevyskytujú. Prichádzajú do úvahy len kombinácie extrémnej snehovej prikrývky so zrážkou, ktorá nie je extrémna. Ohrozenie dôležitých stavebných objektov je rovnakého rozsahu, ako je udávané vyššie, v kap. pojednávajúcej o extrémnom daždi.

Ako projektový základ pre elektrárňu sa uvažovala kombinácia dažďa (nie extrémneho) v areáli a rýchleho topenia snehu. Snehová prikrývka, ktorá sa uvažovala v prípade rýchleho topenia, má výšku 60 cm.

Seizmická udalosť s následnými vnútornými záplavami

Z hľadiska vnútorných záplav po seizmickej udalosti boli posúdené objekty a priestory JE EMO 1,2, v ktorých sa nachádzajú SKK dôležité z hľadiska bezpečnosti: reaktorovňa a pomocné budovy, strojovňa, pozdĺžna etažérka a bloková dozorná, dieselgenerátorová stanica, čerpacia stanica technickej vody dôležitej, budova superhavarijného napájania.

Analýzy preukázali, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne ochránené.

Správa Dosiahnutie bezpečného stavu JE EMO 1,2 po seizmickej udalosti definuje projektový scenár, t.j. spôsob pre dosiahnutie bezpečného stavu blokov JE EMO 1,2 po maximálnom výpočtovom zemetrasení. Na základe vypracovaného scenára stanovuje množstvo a rozsah SKK, ktoré musia byť schopné odolať seizmickému zaťaženiu a ktoré tvoria podklad pre projekt seizmického z odolnenia SKK JE EMO 1,2, tzv. seizmický projekt. Všeobecne sa predpokladá, že všetky systémy, ktoré nie sú projektované tak, aby si zachovali schopnosť plniť požadované funkcie po seizmickej udalosti, nie sú prevádzkyschopné a môžu byť zdrojom vnútorných záplav,

Vnútná záplava je prechodový proces, počas ktorého sa médium šíri zo zdroja záplavy priestormi vo vnútri objektov JE a pôsobí na systémy a zariadenia situované v záplavou dotknutých priestoroch. Pokiaľ vnútná záplava nevyradí z prevádzky resp. z prevádzkovej pohotovosti systémy a zariadenia dôležité pre bezpečnosť v rozsahu, ktorý by znamenal narušenie konkrétnej bezpečnostnej funkcie, nedôjde k ohrozeniu prevádzky blokov JE EMO 1,2 z hľadiska jadrovej bezpečnosti.

Pri riešení rizika vnútorných záplav boli identifikované:

- dôležité objekty a priestory JE EMO1,2, v ktorých sa nachádzajú SKK dôležité z hľadiska bezpečnosti
- iniciačné udalosti

Dôležitými priestormi so zariadením elektrického rozvodu a napájacích automatov v SO805 Pozdĺžna etažérka, SO806_Priečna etažérka, sú:

- miestnosti akubaterií 220 V zaisteného napájania I. kategórie [REDACTED]
- miestnosti jednosmerných rozvádzačov 220 V a striedavých rozvádzačov 0,4 kV ZN I. kategórie s príslušnými usmerňovačmi a invertormi na [REDACTED]
- miestnosti systémových rozvodní 6 kV ZN II. kategórie [REDACTED]
- miestnosti systémové úsekové rozvodne 0,4 kV ZN II. kategórie [REDACTED]
- miestnosti automatík systému AO Reaktora a SZB bloku [REDACTED]
- podlažie [REDACTED] (sú tam nainštalované dôležité komponenty ako poistné ventily parogenerátorov, rýchločinné oddeľovacie armatúry na parných potrubiach a potrubiach napájacej vody, prepúšťacie stanice do atmosféry na parovodoch, primárne prístroje AO Reaktora; miestnosť je spoločná pre zariadenie sekundárneho okruhu oboch blokov)
- ostatné dôležité priestory v priečných etažérkach [REDACTED]
 - operatívna a neoperatívna časť blokovej dozorne
 - miestnosti TPS
 - miestnosti SORR
 - núdzová dozorňa

Dôležité priestory SO490, Strojovňa (spoločná pre oba bloky), sú:

- podlažie $\pm 0,0$ m s havarijnými napájacími a dochladzovacími čerpadlami s príslušenstvom
- suterén s významnými zdrojom možnej vnútornej záplavy je prostredníctvom kanálov vzduchotechniky a montážnymi prielezmi do káblových priestorov nepriamo prepojený s podlažím $\pm 0,0$ m v pozdĺžnej etažérke.

V podmienkach po maximálnom výpočtovom zemetrasení prichádzajú do úvahy takéto udalosti vnútorných záplav:

- Veľký únik napájacej vody pri havárii napájacieho alebo parného potrubia na podlaží + 14,7 m [REDACTED]
Pozdĺžna etažérka: SKK, ktoré sú tam inštalované, môžu byť ohrozené tlakovým prúdom. Priesak podlahy na + 14,7 m do miestností automatík na podlaží +9,6 m nehrozí. K záplave miestnosti na podlaží +9,6 m by mohlo dôjsť iba pri mechanickom poškodení podlahy v dôsledku prípadného švihy vysokoenergetického potrubia napájacej vody resp. pary. Obmedzovače švihov potrubí však zamedzia

mechanickému poškodeniu podlahy. Správna funkcia obmedzovačov švihov potrubí zabráni aj ohrozeniu dôležitých SKK a nosných konštrukcie

- Veľký únik cirkulačnej chladiacej vody v Strojovňa: Systém cirkulačnej chladiacej vody má celkovú zásobu vody cca 85 100 m³. Únik zo systému cirkulačnej chladiacej vody môže v smere zo suterénu strojovne potenciálne ohroziť záplavou príslušnú pozdĺžnu etažérku. Za najväčší následok seizmickej udalosti možno považovať kritické poškodenie seizmicky nezodolneného potrubia cirkulačnej chladiacej vody v strojovni. Z rozboru vyplýva, že ani celý objem vody obsiahnutý v systéme cirkulačnej chladiacej vody 85 100 m³ nemôže ohroziť kábelové kanály v suteréne strojovne, ktorých prielezy sú situované na úrovni - 3,0 m, a ktorými by sa mohla záplava šíriť do príslušnej etažérky.
- Veľký únik z potrubia napájacej vody a kondenzátu v strojovni: V porovnaní s predchádzajúcou iniciačnou udalosťou bude pri úniku média z potrubia napájacej vody, resp. kondenzátu pri maximálnom vyprázdnení odpovedajúcich zdrojov, množstvo vytečené do strojovne podstatne menšie. Možno konštatovať, že výtok média neohrozí bezpečnosť JE ani v prípade, ak tento únik bude súčasne s únikom cirkulačnej vody v strojovni.

Princíp projektovania je v súlade s medzinárodnou praxou.

Na základe riešenia súboru systematických analýz a štúdií, ako plnenia bezpečnostného opatrenia pre oblasť vnútorného zaplavenia EMO12 (IH05), ktorého cieľom bolo preukázať, že existujúci projekt JZ Mochovece vyhovuje požiadavkám hĺbkovej ochrany resp. formulovať nové opatrenia – bolo zistené a preukázané, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne ochránené.

Záplavy spôsobené poškodením zásobnej nádrže vody

Aby bolo možné vyhodnotiť zaplavenie areálu EMO1,2z dôvodu poškodenia zásobných nádrží vody 2 x 6 000 m³, je potrebné uvažovať s reliéfom a lokalitou tohto zariadenia.

Zásobná nádrž vody sa nachádza mimo EMO1,2asi 300 m v severovýchodnom smere smerom k areálu odpadového hospodárstva. Zo skladovacej nádrže sa odpadová voda prepravuje do chemickej úpravy vody cez dve vedenia s priemerom 1200 mm s dĺžkou asi 550 m. Chemická úprava vody sa nachádza priamo v areáli JE, pričom rozdiel výšok medzi CHÚ a zásobnou nádržou vody je asi 17 m. Areál JE je oddelený od zásobnej nádrže vody betónovou stenou vysokou 2,6 m. Terén sa zvažuje smerom k priekope s hĺbkou od 3 m do 5 m pred touto stenou v smere k zásobnej vodnej nádrži. Hladina vody v nádržiach 2 x 6 000 m³ sa kontroluje diaľkovo pomocou snímačov z čerpacej stanice na rieke Hron.

V prípade potenciálneho poškodenia nádrží a za predpokladu uvoľnenia celého objemu surovej vody, t.j. 12 000 m³ do okolia, nie je zaplavenie areálu JE možné.

Princíp projektovania je v súlade s medzinárodnou praxou.

Vnútorné záplavy ako dôsledok riešenia extrémnych prírodných udalostí

K základným príčinám vzniku záplav z dôvodu zlyhania ľudského faktora na základe existujúcich prevádzkových skúseností z podobných JE, prevažne patriť:

- chybné postupy pri zložitých technologických manipuláciách
- kolízia v koordinácii prác pri nestacionárnych prevádzkových režimoch
- nedôslednosti resp. opomenutie pri poskytovaní informácií o aktuálnom prevádzkovom stave zariadenia

Je zrejmé, že sa jedná predovšetkým o príčiny, ktoré sú priamym dôsledkom organizovanej ľudskej činnosti a úzko súvisia s kultúrou bezpečnosti prevádzky na jadrových elektrárnach. Realizácia zložitých prevádzkových manipulácií je vykonávaná s ohľadom na tieto skúsenosti prostredníctvom predpisov a operatívnych programov. Ich dôsledné uplatňovanie je predpokladom, že riziká plynúce z ľudskej činnosti pri využívaní jadrovej energie budú obmedzené na najmenšiu možnú mieru. Na základe rozboru vnútorných záplav realizovaných aj na iných obdobných JE je možné konštatovať, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne chránené.

3.1.1.3. Závery o dostatočnosti ochrany proti externým záplavám

Blízke povrchové vodné zdroje

Svojím umiestnením je EMO1,2 chránená proti záplavám z blízkych povrchových vodných zdrojov. Objekty EMO1,2 nie sú teda priamo ohrozené takýmito udalosťami, a preto ani v projekte nebolo uvažované s ich protipovodňovou ochranou.

Všetky SKK elektrárne plniace bezpečnostnú aj prevádzkovú funkciu budú prevádzkyschopné podľa projektu bez obmedzenia.

Zlyhanie priehrad

Svojím umiestnením je EMO1,2 chránená proti záplavám pri zlyhaní priehrad. Kulminácia prielomovej vlny nemôže ohroziť bezpečnosť objektov vnútri areálu EMO1,2 a preto ani v projekte nebolo uvažované s ich protipovodňovou ochranou.

Pri zlyhaní priehrad bude ohrozený vtokový objekt ČS Malé Kozmálovce na Hrone. Ako maximálny dopad udalosti je možná úplná strata schopnosti dopĺňovania prídavnej vody do areálu JE EMO . Postup riešenia výpadku dopĺňovania je uvedený v prevádzkovej dokumentácii a bol zohľadnený pri stanovovaní limitných časových hodnôt.

Problematika straty prídavnej vody je riešená v prevádzkových predpisoch.

Vlnobitie zo silných vetrov

Objekty EMO1,2 nie sú priamo ohrozené vlnobitím pri veterných búrkach a hurikánoch, a preto ani v projekte nebolo uvažované s ich ochranou proti týmto udalostiam.

Všetky SKK elektrárne plniace bezpečnostnú aj prevádzkovú funkciu budú prevádzkyschopné podľa projektu bez obmedzenia.

Spodné vody

Hladina spodnej vody sa nebola nameraná, tak s účinkami spodnej vody na stabilitu stavieb EMO1,2 nie je treba uvažovať. Z toho dôvodu nebolo v projekte uvažované s ochranou stavieb proti spodnej vode a nebol vybudovaný stály odvodňovací systém pre reguláciu hladiny spodných vôd.

Všetky SKK elektrárne plniace bezpečnostnú aj prevádzkovú funkciu budú prevádzkyschopné podľa projektu bez obmedzenia.

Extrémny dážď, Topiaci sa sneh, Kombinácia extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu

Svojim umiestnením je elektrárň chránená proti zátopám a povodniam na riekach a jazerách. Jediné ohrozenie tohto druhu predstavuje zatopenie objektu [REDAKOVANÉ] Reaktorovňa. Všetky SKK elektrárne plniace bezpečnostnú aj prevádzkovú funkciu budú prevádzkyschopné podľa projektu bez obmedzenia v prípade zabezpečenia prevádzkyschopnosti SHN zamedzením prieniku vody do [REDAKOVANÉ]

Výsledky systematickej analýzy zaplavenia potvrdili dostatočnosť projektového riešenia. V rámci BO IH05 sa realizovali sa úpravy, ktoré prešli do plánu zmien a modifikácií. Bezpečnostný cieľ bol splnený

- Boli prevedené zvýšenia v mieste dverí o 0,05 m nad terajšiu podlahu pre miestnosti č. 1163, 1164, 1234, 1236, 1126, 1276, 1185, 1186, 1210, 1209.

[REDAKOVANÉ] Dieselgenerátorová stanica:

- Navršíl sa sokel pri šachte generátora zo strany montážnych vrát.

[REDAKOVANÉ] – Priestory el. zariadenia priečne:

- Bolo prevedené zvýšenie v mieste dverí o 0,05 m nad terajšou podlahou pre miestnosti č. 1115, 1114, 1264, 1265.

[REDAKOVANÉ] Čerpacia stanica TVD :

- Realizovalo sa nové navrhnutie zaistenia nezatekania vody do miestnosti 2a, b, c, d soklom výšky 0,05 m nad podlahou.

Vnútrotné záplavy ako následok zemetrasenia

Záverom analýz prevádzkových udalostí:

- veľký únik napájacej vody pri havárii napájacieho alebo parného potrubia na podlaží + 14,7 m [REDAKOVANÉ] Pozdĺžna etažérka,
- veľký únik cirkulačnej chladiacej v [REDAKOVANÉ] Strojovňa,
- veľký únik z potrubia napájacej vody a kondenzátu v strojovni,

je, že ani jedna z nich a ani ich kombinácia neohrozuje z hľadiska vnútorného zaplavenia bezpečnosť EMO1,2.

Analýzy preukázali, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne ochránené :

- projektovým redundantným riešením bezpečnostných systémov a ich komponentov,
- vlastným ochranným krytom odolným vlhkosti a zvýšenej teplote alebo technologickým prevedením samotného komponentu,
- umiestnením v dostatočnej výške aby maximálna hladina vody vyplývajúca z konzervatívneho výpočtu nedosiahla úroveň týchto komponentov,
- možnosťou odvádzania vody vytekanej na podlahu,
- periodickými obhliadkami, ktoré vykonáva obslužný personál a má možnosť ručnou manipuláciou armatúry na niektorých potrubiach (nie kritické s hľadiska bezpečnosti) z chodby uzatvoriť a tým zastaviť výtok média.

Konfiguráciou SKK s trojredundantnými bezpečnostnými systémami je EMO1,2 odolná proti vnútorným záplavám.

Na základe analýz boli v rámci BO IH05 na [REDAKOVANÉ] – Pozdĺžna etažérka: zrealizované nasledovné úpravy :

- Jedná sa o zaistenie tesnenia na zatekanie vody z podlažia +14,70 m [REDAKOVANÉ] do podlažia +9,60 m, resp. tesné prevedenie ukončenia izolácie vo výške +15 cm nad podlahou +14,70 m so stavajúcimi konštrukciami (stena v rade V, B, priečky, stĺpy, kanáliky, prestupy, dvere, prechodky, ap.).
- V zníženom káblovom priestore na podl. +13,00 m [REDAKOVANÉ] ktorý je zakrytý odnímateľným rebrovaným plechom boli prevedené stavebné úpravy zhora na podl. +14,70 m. Vo vlastnom zväčšenom káblovom priestore +13,00 m boli prevedené konštrukčné úpravy proti zatekaniu do podl. +9,60 m vrátane zaistenia odtoku vody.
- Ďalším opatrením bolo zníženie nábehu medzi 1. a 2. blokom (dilatácia v rade 22, 22^x) z kóty +14,85 m na 14,75 m v šírke 10 m a prevedenie nového konštrukčného detailu dilatácie za účelom zabezpečenia odtoku vody.

Vnútorné záplavy ako dôsledok riešenia extrémnych prírodných udalostí

Na základe rozboru vnútorných záplav realizovaných aj na iných obdobných JE je možné konštatovať, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne chránené:

- projektovým redundantným riešením bezpečnostných systémov a ich komponentov,
- vlastným ochranným krytom odolným proti vlhkosti a zvýšenej teplote alebo technologickým prevedením samotného komponentu
- umiestnením v dostatočnej výške, aby maximálna hladina vody vyplývajúca z konzervatívneho výpočtu iniciačnej udalosti nedosiahla úroveň týchto komponentov
- možnosťou odvádzania vody vytekanej na podlahu miestností
- periodickými obhliadkami, ktoré vykonáva obslužný personál a má možnosť ručnou manipuláciou armatúry na niektorých potrubiach (nie kritické z hľadiska bezpečnosti) z chodby uzatvoriť a tým zastaviť výtok média.

Konfiguráciou SKK s trojredundantnými bezpečnostnými systémami je EMO1,2 odolná proti vnútorným záplavám. Neprevádzkyschopné zostanú SKK postihnuté záplavou. Ostatné SKK elektrárne plniace bezpečnostnú aj prevádzkovú funkciu budú prevádzkyschopné podľa projektu bez obmedzenia. Bližšie určenie je súčasťou matic konfigurácie SKK.

3.1.2. Opatrenia na ochranu elektrárne proti projektovým záplavám

3.1.2.1. Identifikácia SKK ktoré sú potrebné pre dosiahnutie a udržiavanie bezpečného odstavenia a sú najviac ohrozené pri zvyšovaní hladiny vody

SKK zabezpečujúce bezpečnostné funkcie (bezpečnostné, prevádzkové, ostatné), ktoré sú ohrozené zvyšovaním hladiny vody v EMO1,2 sú uvedené v matici konfigurácií (dostupná u držiteľa licencie SE a.s.).

Ako bolo preukázané, jedinou možnosťou záplav v EMO1,2 sú Extrémny dážď, Topiaci sa sneh, Kombinácia extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu.

Udalosť spojená s vplyvom vnútorných záplav po zlyhaní seizmicky neodolných chladiacich systémov v rozsahu predpokladanom projektom neohrozuje prevádzkyschopnosť SKK potrebných na zaistenie bezpečnostných funkcií.

Udalosť s vplyvom vnútorných záplav ako dôsledku riešenia extrémnych prírodných udalosti neohrozuje prevádzkyschopnosť SKK potrebných na zaistenie bezpečnostných funkcií riadenie reaktivity v AZ a BSVP. Možnosti riadenia reaktivity v AZ a BSVP budú zaistené redundanciami systémov nepostihnutými záplavou.

3.1.2.2. Hlavné projektové a konštrukčné opatrenia na prevenciu dopadov záplav na elektrárň

- i. Dopracovať PpBS SE-EMO pre externé a interné nebezpečenstvá v súlade s medzinárodnými štandardami.*

3.1.2.3. Hlavné prevádzkové opatrenia na prevenciu dopadov záplav na elektrárň.

- i. Spracovať postupy pre odstraňovanie následkov vnútorných záplav pri obnovovaní prevádzkyschopnosti postihnutých SKK vrátane činností obslužného personálu a hasičov.*
- ii. Z hľadiska bezpečnosti striech sa javí ako najhorší stav prudkého rozpúšťania snehovej prikrývky, kedy môže dôjsť k upchaniu dažďových vpustí na strechách ľadom a dôjde k preťaženiu strechy vodou v hodnote 100 mm výšky - vzhľadom ku spádovým plochám striech však dôjde ku značnému preťaženiu striech v najnižších partiách, t.j. v žľaboch a pri atikách.*
- iii. Tento stav bol posúdený a bolo rozhodnuté previesť potrebné stavebné úpravy vpustí - inštalácia vyhrievaných vpustí (zmena bola požadovaná v stavebnej zmene č. 765 a následne v stavebnej zmene č.807). Aj keď Inštalácia vyhrievaných vpustí bola zrealizovaná, je potrebné preveriť jej funkčnosť, vhodnosť a správnosť realizácie.*
- iv. Vypracovať postupy na udržiavanie prevádzkyschopnosti dažďovej, priemyselnej a splaškovej kanalizácie vrátane udržiavania čistoty striech.*
- v. Prehodnotiť postupy pre dopravu obslužného personálu pri záplavách z blízkych povrchových vodných zdrojov.*
- vi. zakúpiť prenosnú elektrocentrálu v patričnom výkone na 380V (napr. 10 - 15 kW ... podľa prepočtu),*
- vii. zakúpiť ručne prenosné ponorné čerpadlá (tzv. ponorky do 100 kg) s možnosťou pripojenia hasičských hadíc (napr. 3 x 3000 l/min),*
- viii. zakúpiť výkonné prenosné benzínové / naftové čerpadlo (napr.: 3000 l/min).*

3.1.2.4. Situácia mimo elektrárne, vrátane zabránenia dostupnosti alebo zdržania prístupu personálu a zariadenia do elektrárne.

Vzhľadom k výškovému a situačnému umiestneniu areálu JE nehrozí vlastnému areálu zaplavenie v dôsledku prítoku zrážkových vôd z priľahlých extravilánov elektrárne.

Postupy pre zvoz členov OHO je popísaný v HO/ 8707 Zvoz zamestnancov pri neštandardných a kalamitných situáciách .

V predpise HO/8710 Vnútné záplavy je popísaný postup pre tieto udalosti. Pokiaľ to bude spojené aj so vznikom klasifikovanej udalosti na základe iniciačnej udalosti od zmetrasenia bude sa organizovať havarijná odozva podľa HO/0005 - VHP a k tomu nadväzujúcich dokumentov. V prípade znemožnenia prístupu do havarijných a podporných stredísk OHO v EMO je pripravené záložné HRS v LRKO v Leviciach.

3.1.3. Súlad elektrárne so súčasne platnou licenčnou základňou

3.1.3.1. Organizačné procesy u prevádzkovateľa, ktoré zabezpečujú, že SKK potrebné pre dosiahnutie a udržiavanie bezpečného odstaveného stavu ako aj systémy a štruktúry projektované ako ochrana proti záplavám, sú udržiavané v bezvadnom stave

Je zabezpečené optimálne udržiavanie prevádzkyschopnosti SKK podľa projektu tak, aby boli dosahované požadované parametre výkonnosti a životnosti. Prevádzkyschopnosť SKK sa monitoruje pochôdzkovou kontrolou a snímaním relevantných parametrov. V prípade vzniku prevádzkovej udalosti sa postupuje podľa príslušných predpisov.

Testy SKK na zaplavenie sa nevykonávajú. SKK sú kvalifikované na účinky okolitého prostredia podľa požiadaviek na plnenú bezpečnostnú funkciu. Pre prípad zaplavenia alebo ostreku kvapalinou sú elektromotory osadené na vyvýšených postamentoch a sú vyhotovené s patričným krytím.

Svojím umiestnením je JE EMO chránená proti záplavám z blízkych povrchových vodných zdrojov. Objekty JE EMO nie sú teda priamo ohrozené takýmito udalosťami, a preto ani v projekte nebolo uvažované s ich protipovodňovou ochranou.

3.1.3.2. Organizačné procesy u prevádzkovateľa, ktoré zabezpečujú, že mobilné zariadenia a zásoby, ktoré majú byť podľa plánu k dispozícii pri záplavách, sú trvale udržiavané v stave pohotovosti

Základný predpis útvaru ZHÚ EMO/NA-176.01-01 -Strojní služba ZHÚ

popisuje postupy pre udržiavanie mobilných zariadení a zásob v stave pohotovosti, kde je riešený stav hasičskej techniky, používaný aj pri záplavách.

3.1.3.3. Potenciálne odchýlky od licenčnej bázy a postupy aplikované v podobných situáciách.

Pri výskyte extrémnych zrážok s pravdepodobnosťou opakovania 100, 1 000 a 10 000 rokov dôjde na ploche elektrárne Mochovce k povrchovému odtoku smerom z najvyššie položenej plochy, kde sú umiestnené najdôležitejšie objekty elektrárne, k najnižšie položeným plochám. Uvažuje sa, že v extrémnych prípadoch dôjde k upchatiu vpustí na ploche elektrárne a dažďová kanalizácia bude odvádzať len vodu zo striech objektov.

Zadržaný objem s príslušnou hĺbkou vody nemôže spôsobiť škody a ohroziť prevádzku tu umiestnených objektov. Po skončení extrémnych zrážok budú uvoľnené upchaté dažďové vpuste a voda postupne odtečie dažďovou kanalizáciou.

Jediným objektom, ktorý by mohol byť postihnutý záplavami je čerpacia stanica na Hrone v dôsledku porušenia vodného diela V. Kozmálovce. Vzhľadom k veľkému geodetickému rozdielu v nadmorských výškach, geografickým pomerom a polohe vodného diela vzhľadom na areál EMO1,2 je zaplavenie areálu z rieky Hron a vodného diela Veľké Kozmálovce nereálne. Podobne aj zaplavenie areálu EMO1,2 v dôsledku porušenia nádrží 2 x 6000 m³ vodojemu surovej vody SO č. 578/2-02 je možné vylúčiť z hľadiska reliéfu a umiestnenia tohto objektu.

3.2. OHODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV

3.2.1. Ohodnotenie bezpečnostných rezerv proti záplavám

Svojím výškovým a geografickým umiestnením je JE EMO úplne ochránená proti záplavám a povodňam na okolitých riekach a jazerách. Jediné ohrozenie tohto druhu predstavuje zatopenie objektov pri zlyhaní dažďovej kanalizácie počas extrémnych dažďov. Predbežná analýza potvrdila, že lokalita EMO1,2a jej zariadení bola dobre naprojektovaná už v predprojektovej etape tak, aby bola chránená pred externými záplavami.

Čo sa týka nadmorskej výšky areálu EMO1,2 (233,10 - 242,10 m nad morom) v porovnaní v korytom Telinského potoka, žiadne technologické zariadenie JE nie je priamo ohrozené záplavami z jeho toku, pričom potok nepredstavuje žiadne riziko záplav pre JE MO34.

Taktiež rieka Hron nepredstavuje žiadne priamo riziko pre JE EMO. Záplavy v koryte rieky Hron môže ovplyvniť iba dodávku technickej vody z oblasti – prevádzku čerpacej stanice na nádrži Veľké Kozmálovce. Zariadenie čerpacej stanice sa nachádza asi 50 m od pravej hrádze nádrže Veľké Kozmálovce (nadmorská výška 173,7 m) a je chránené pravou hrádzou. Koruna hrádze je v nadmorskej výške 176,0 m. (maximálna prevádzková hladina vodnej zásobnej nádrže V. Kozmálovce je v nadmorskej výške 175,0 m). Čo sa týka lokality rieky Hron a potenciálnu maximálnych záplav na rieke, rieka nepredstavuje žiadne riziko poškodenia technologických zariadení JE EMO v dôsledku záplav.

Extrémny dážď, Topiaci sa sneh, Kombinácia extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu

Pre hodnotenie zraniteľnosti SKK pri záplavách z extrémneho dažďa, topiaceho sa snehu, kombinácií extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu v rozsahu BDB je obálkovým prípadom extrémny dážď. Závery rozboru sú aplikovateľné aj pre topiaci sa sneh a kombináciu extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu tak, ako je to analyzované v kapitole 3.1.2.

V kapitole 3.1.2 je preukázaná odolnosť areálu pri externých dažďoch a topiacom sa snehu do intenzity dvojnásobku 100-ročného dažďa, za predpokladu funkčnej dažďovej kanalizácie. Pri lokálnych poruchách vpustí do kanalizácie bol vyslovený predpoklad, že voda môže stiecť z príľahlých plôch a striech cez netesné štrbiny dvier a brán a rôzne montážne otvory na úrovni alebo pod úrovňou terénu, cez vstupy do kábelových a potrubných kanálov a spätným tokom cez kanalizačné vpuste pri preplnení alebo upchatí kanalizačného zberača do niektorého objektu, odkiaľ by mala byť odvedená priemyselnou alebo splaškovou kanalizáciou. Stupeň ohrozenia konkrétneho objektu je daný uložením technologických zariadení a elektrických rozvodov na najnižších podlažiach a možnosťami odvádzania, resp. havarijného odčerpávania natečenej vody.

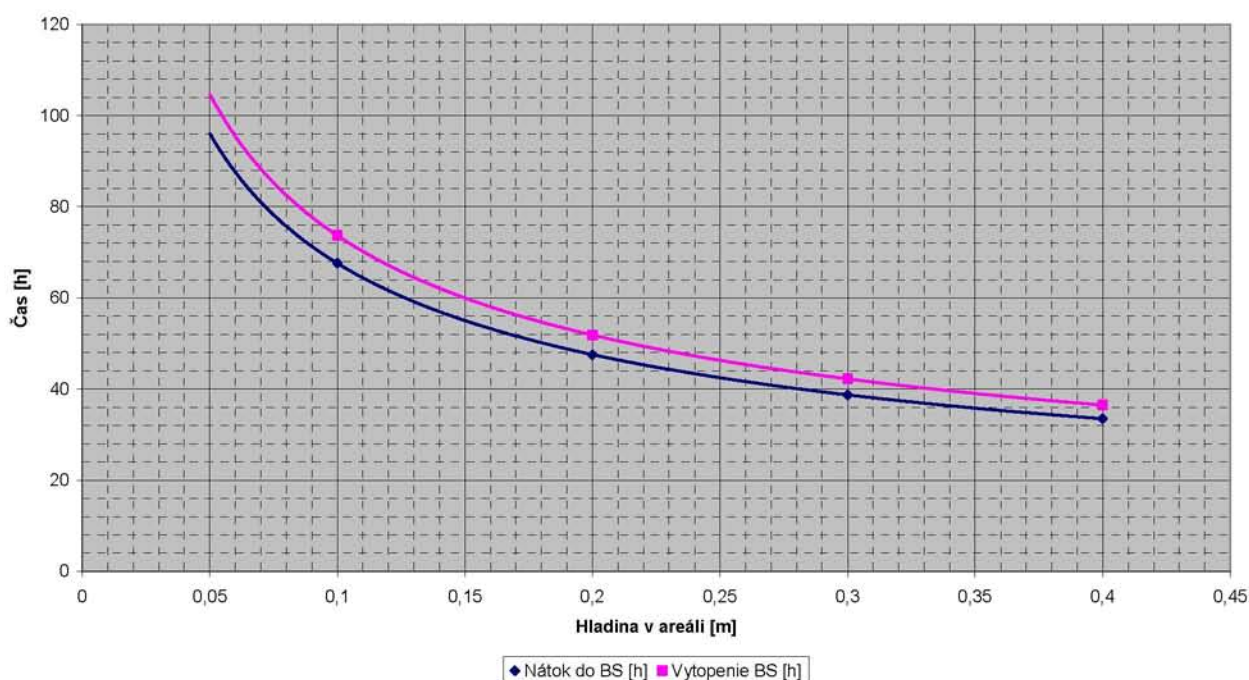
Ohrozenie dôležitých stavebných objektov z hľadiska nadpriemerných dažďových zrážok alebo topenia sa snehu vyplýva z ich výškového rozmiestnenia v areáli. Za predpokladu, že zlyhá dažďová kanalizácia a personál nevykoná nápravné opatrenia spočívajúce najmä v upchatí štrbín dvier a brán a bude nastavená hladina odtoku vôd z areálu 10 cm zodpovedajúca pravdepodobnosti návratu extrémnych zrážok raz za 10^4 rokov, bude odozva (zatopenie priestorov na úrovni, resp. pod úrovňou terénu) takáto:

- **reaktorovňa** – voda z pozemných plôch areálu prenikajúca cez netesnosti hlavne vlečkového koridoru sa bude rozlievať po chodbách na podlaží $\pm 0,0$ m a následne bude stekať cez zberače nečistého kondenzátu a kanalizáciu do uzla odpadných vôd. Po zaplnení najnižších podlaží bude voda

stúpať k havarijným systémom na podlaží -6,5 m cez vzduchotechnické otvory. Po nastúpaní vody do úrovne osadenia elektromotorov havarijných čerpadiel budú havarijné systémy vyradené. Pre potreby kvantifikácie časových rezerv a odhadu dĺžky trvania záplavy bol vypracovaný konzervatívny model na výpočet ohrozenia havarijných čerpadiel umiestnených v suteréne reaktorovne. Na základe tohto modelu možno konštatovať, že ohrozenie čerpadiel možno očakávať pri trvaní záplavy s hladinou 10 cm po viac než 72 hodinách. Odhady časových rezerv pre vyššie, avšak extrémne nepravdepodobné záplavy (pravdepodobnosť 1/105 rokov a menej) možno nájsť na obrázku 3.2.1-1.

- **strojovňa a etažérky** – voda z pozemných plôch areálu prenikajúca hlavne cez netesnosti brán strojovne bude stekať cez rošty a schodišťa do suterénu strojovne, ktorý má objem cca 67 600 m³. K prenikaniu vody na podlaží ± 0,0 m cez štrbiny dvier do dôležitých priestorov so zariadením elektrického rozvodu a napájacích automatov.
Najnižšie, vodou ovplyvniteľné živé časti rozvádzačov sa však nachádzajú vo výške 30 cm nad podlahou.
SKK dôležité z hľadiska bezpečnosti nebudú ohrozené vrátane rozvádzačov a čerpadiel na ±0,0 m.
- **DGS** – voda prenikajúca cez netesnosti hlavne brán bez prahu na severnej strane objektu bude stekať do miestností pod DG, ktorých podlaha je na úrovni -2,7 m. Pri nastúpaní vody na hladinu cca 1,5 m nad úroveň kóty úrovni -2,7 m by boli zatopené neizolované vývody 6 kV. Po zatopení neizolovaných častí vývodu 6 kV a neodčerpaní vody by bola elektráreň bez DG.
- **Palivové hospodárstvo DG** – svojím vyhotovením je odolný voči zatekaniu.

Odhad zraniteľnosti BS pri dlhodobej záplave v areáli EMO



Graf 3.2.1- 1.: Predikcia časových rezerv do ohrozenia havarijných čerpadiel záplavou

- CCS (vrátane čerpadiel TVD a požiarnej vody)
SKK dôležité z hľadiska bezpečnosti vrátane požiarneho rozvodu nebudú ohrozené.
- SHN – samotný objekt je umiestnený na úrovni 238,2 mm s výškou cca 60 cm nad základovou liankou, a preto voda nenastúpa SKK dôležité z hľadiska bezpečnosti nebudú ohrozené.
- CO Objekt pod AB – vstupné dvere do podzemných priestorov sú vyhotovené ako tesné a prah je cca 12 cm nad úrovňou terénu.
SKK dôležité pre riadenie havarijnej odozvy nebudú ohrozené.
- Elektrické kanály – k poškodeniu izolácie káblov a ich nosných konštrukcií účinkom natekajúcej alebo presakujúcej vody nepríde, kábelové rozvody budú odolávať zatopeniu vodou, a prevádzkyschopnosť kabeláže zostane zachovaná. SKK dôležité z hľadiska bezpečnosti nebudú ohrozené. Môžu nastať len individuálne výpadky spotrebičov.
SKK dôležité pre dodávku prídavnej vody nebudú ohrozené.

Počas alebo po skončení dažďa zabezpečí personál vyčistenie vpustí a dažďová kanalizácia začne plniť svoju funkciu.

Udalosti súvisiace s vniknutím vody do S.O. dôležitých z hľadiska bezpečnosti sú z hľadiska dosiahnutia hraničných hladín dlhodobého charakteru. Personál elektrárne má tak dostatok času na prijatie účinných opatrení na elimináciu následkov natekania vody, vyčistenia kanalizácie a zaistenie plnenia kritických bezpečnostných funkcií.

3.2.2. Potenciálne zvýšenie odolnosti elektrárne proti záplave

Analýza bola urobená pre objekty, v ktorých sa nachádza bezpečnostné zariadenie s ohľadom na bezpečnostné ciele: reaktorovňa a pomocné budovy, strojovňa, pozdĺžna etažérka a bloková dozornia, dieselgenerátorová stanica, čerpacia stanica technickej vody dôležitej, budova superhavarijného napájania.

Analýzy určili: vyšpecifikovanie a umiestnenie možných zdrojov záplav, množstvo a vlastnosti (tlak, teplota, chemické zaťaženie) nožnej vylatej látky, cesty možného šírenia (prienuku) média, priestory hromadenia záplavového média a dopady na bezpečnostne dôležité systémy a stavebné objekty.

Analýzy preukázali, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne ochránené. Pri všetkých analýzach bolo konzervatívne predpokladané, že čas od okamihu zistenia výskytu havarijnej udalosti sprevádzanej únikom média, po okamih, keď bude operátor schopný (dostatočne informovaný o type a rozsahu havarijnej udalosti) vykonávať manuálne bezpečnostné zásahy, uplynie 30 minút. Z finálnych revízií analýz jednotlivých objektov bol urobený súhm so špecifikáciou hardverových úprav. Hlavné odporúčania pokrývajú periodické skúšky drenážnych ventilov a úpravu prahov dverí.

Výsledky systematickej analýzy zaplavenia potvrdili dostatočnosť projektového riešenia. V rámci BO IH05 sa realizovalo len niekoľko malých úprav, ktoré prešli do plánu zmien a modifikácií. Bezpečnostný cieľ bol splnený.

Celkové zhodnotenie vplyvu vnútorných záplav na bezpečnosť prevádzky JE EMO

Z prevedenej systematickej analýzy zaplavenia EMO1,2a ďalších súvisiacich činností zameraných na tento problém vyplýva, že vnútorné záplavy na JE nemajú zásadný vplyv na bezpečnosť prevádzky 1. a 2. bloku JE Mochovce.

Na základe uvedenej analýzy rizík z extrémnych prírodných podmienok možno skonštatovať, že v okolí EMO1,2 sa nevyskytujú zdroje iniciačných udalostí spôsobujúcich explózie, vznik oblakov horľavých pár, únik toxických látok, porušenie vtokových objektov, veľké požiare alebo zamorenie škodlivými kvapalinami, ktoré by s nezanedbateľnou pravdepodobnosťou - väčšou ako 10^{-6} za rok, mohli v súčasnosti alebo kedykoľvek v budúcnosti ohroziť prevádzku a jadrovú bezpečnosť elektrárne. K ostatným vonkajším rizikám sú na vylúčenie resp. zníženie nepriaznivého vplyvu na JB prijaté opatrenia.

3.2.3. Potenciálne zvýšenie odolnosti elektrárne proti záplave

Všetky SKK elektrárne plniace bezpečnostnú aj prevádzkovú funkciu budú prevádzkyschopné podľa projektu bez obmedzenia v prípade zabezpečenia prevádzkyschopnosti DG, SHN a TVD zamedzením prieniku vody do [REDAKOVANÉ] DGS, [REDAKOVANÉ] SHN a [REDAKOVANÉ] Čerpacia stanica technickej vody dôležitej.

Odporúčania na zlepšenie

- i. - vykonať v minulosti nezrealizované odvodnenie na ploche pri rozvodni (kóta 238,80 m n.m.) v zmysle BO EH02. Toto odvodnenie zabezpečiť inštaláciou novej vpuste, stavebne zabezpečenej proti upchatiu naplaveninami a odvodnenej mimo areál nezávisle na vybudovanej kanalizačnej sieti elektrárne s kapacitou $Q_n = 0,285 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- ii. - vybrané objekty nebudú ohrozené záplavami z týchto zrážok, pokiaľ ide o vstupy do týchto objektov. Je potrebné **podrobne skontrolovať, či na objektoch alebo objektoch s nimi súvisiacich (elektrokanály a pod.) nie sú miesta, ktorými by mohla do objektov následne vniknúť voda** (napr. anglické dvory a pod.). Pokiaľ ide o strechy vybraných objektov, je potrebné u objektov [REDAKOVANÉ] Reaktorovňa, [REDAKOVANÉ] Budova pomocných prevádzok, [REDAKOVANÉ] Priechne etažérky a [REDAKOVANÉ] Dieselgenerátorová stanica staticky posúdiť, či pri výskyte zrážky s pravdepodobnosťou 10 000 rokov nedôjde v dôsledku preťaženia dočasne nahromadenou vodou k statickému ohrozeniu týchto striech. Z hľadiska výskytu extrémnych dažďov s pravdepodobnosťou výskytu 100 rokov odvodnenie všetkých striech vyhovuje. Pre vodu 1000 ročnú nevyhovie časť strechy objektu [REDAKOVANÉ] Budova pomocných prevádzok (je potrebné zabezpečiť i na 10 000 ročnú vodu).

ZÁVERY

Pri hodnotení možnosti a dôsledkov nadprojektových záplav boli uvažované všetky relevantné zdroje (blízke povrchové vodné zdroje, zlyhanie priehrad, vlnobitie zo silných vetrov, spodné vody, extrémny dážď, topiaci sa sneh, kombinácia extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu, vnútorné záplavy ako následok zemetrasenia a vnútorné záplavy ako dôsledok extrémnych prírodných udalostí). Ochrana je dostatočná. Prispeva k tomu najmä skutočnosť, že lokalita EMO je veľmi vhodne umiestnená, 67 m nad priehradnou nádržou Kozmálovce na Hrone, takže jediným reálnym, hoci málo pravdepodobným ohrozením je voda zo zrážkovej činnosti. Aj v situáciách vyvolaných extrémnymi zrážkami pozitívnou vlastnosťou lokality je zvažujúci sa profil s dostatočnou odtokovou schopnosťou vody z areálu. Preto prípadné indukované interné

záplavy sú málo závažné a boli v podstate preventívne vyriešené v priebehu stres testov predbežnými nápravnými opatreniami.

4. EXTRÉMNE METEOROLOGICKÉ PODMIENKY

4.1. PROJEKTOVÁ ZÁKLADŇA

Informácie o meteorologických podmienkach v lokalite jadrovej elektrárne boli spracovávané v kontexte s dokumentmi MAAE, ktoré stanovujú požiadavky, podmienky a procedúry pre splnenie bezpečnostných kritérií.

Pre EMO12 bola vyhotovená štúdia SHMÚ, ktorá sa zaoberá všeobecným klimatologickým zhodnotením lokality Mochovce, ako aj zhodnotením meteorologických veličín (extrémne dažďové zrážky, extrémny sneh, extrémny vietor, extrémne teploty vzduchu, námrazy, extrémne vlhkosti vzduchu, minimálne prietoky a zamrznutie rieky Hron). Predmetná štúdia bola spracovaná v zmysle používaných klimatologických postupov pre vyhodnotenie extrémov a podľa odporúčaní predpisu MAAE No. 50-SG-S11A. Aktuálne údaje boli doplnené z metrológie PBS kap. 4.7.

V súvislosti s využívaním súborov meteorologických pozorovaní treba upozorniť na skutočnosť, že pre obdobie od počiatku 80. rokov až do súčasnosti je v globálnom ale aj v regionálnom meradle charakteristická zvýšená dynamika zmien klímy, smerujúca k jej otepľovaniu. Takéto zmeny sú sprevádzané kratšími alebo trvalejšími zmenami klimatických charakteristík a obvykle častejším výskytom extrémnych meteorologických javov.

Podľa výsledkov Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu možno v časovom rozpätí niekoľkých dekád očakávať zreteľné prejavy klimatickej zmeny aj v stredoeurópskom regióne. Vzhľadom na očakávanú životnosť jadrovej elektrárne je preto potrebné, v súlade s dokumentom MAAE, aby boli zabezpečené meteorologické merania v lokalite elektrárne a využité aj v najbližšej budúcnosti pri hodnotení a predikcii dôsledkov klimatickej zmeny na prevádzku elektrárne a pri prípadnom prehodnotení meteorologických a hydrologických charakteristík lokality.

Atmosferické javy

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené charakteristiky niektorých atmosférických javov s potenciálne nepriaznivým dopadom na ľudské aktivity.

Z hľadiska energetiky (elektrické vedenie) Mochovce patria do oblasti ľahkej námrazy (na tyči 1 m dlhej a 6 cm hrubej sa usadí námraza o hmotnosti najviac 4 kg).

Tab. 4.1.1- 2.: Priemerné početnosti atmosférických javov (v dňoch), Mochovce (1981 – 1996)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Sneženie, sneh. prehánky	8.4	8.1	4.1	0.8	-	-	-	-	-	0.1	3.8	7.4	32.6
Zmrz. dažď, zmrz. prehánky	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.6
Námraza	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.4
Ľadovica, poľad., zmrzky	1.5	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	.4	2.2	4.4
Búrka na stanici	0.1	0.1	0.2	1.0	2.6	3.3	2.2	2.3	1.0	0.4	-	0.1	13.2
Búrka vzdialená	-	-	-	0.4	2.3	2.7	2.6	1.6	0.7	0.3	-	-	10.7
Sil. vietor a húľava >10.8 m/s	1.0	0.8	0.4	0.6	0.5	0.1	-	0.3	0.3	1.3	1.2	1.2	7.6

Tab. 4.1.1- 3.: Priemerné a maximálne hodnoty ovplyvnenia meteorologických parametrov Mochovce

Meteorologický parameter	Priem. hodnota	MAX
Vlhkosť (10-2.g.m-3)	8,5	32
Teplota (°C)	7,2	27
Hmla (hod/rok)	17,0	66
Námraza (hod/rok)	14,9	58
Potenciál námrazy (hod/rok)	85,5	459
Úhrn zrážok (mm/rok)	2,1	20

4.1.1. Prehodnotenie meteorologických podmienok uvažovaných v projekte

Extrémne meteorologické podmienky (Externé riziko)

- Extrémna teplota a vlhkosť
- Extrémne sucho
- Extrémny dážď, sneh a ľad
- Záťaž od vetra a víchrice

Extrémna teplota a vlhkosť

Najväčšie riziko pre jadrovú bezpečnosť z hľadiska teplôt predstavuje riziko nízkych teplôt. Priemerná teplota v najchladnejšom týždni v roku s opakovateľnosťou jedenkrát za 100 rokov je -16,8 °C. V BO EH02 boli zhrnuté výsledky hodnotenia vplyvu extrémnych meteorologických podmienok na analyzované systémy, stavebné objekty a lokalitu EMO. Analýzy v BO EH02 (Analýza extrémnych prírodných podmienok, 1. Súhrnná správa, Bezpečnostné opatrenie EH02, EGP, máj 1997) boli vykonané pre meteorologické podmienky ktoré sa vyskytli do roku 1997, ale keďže ich extrémne hodnoty neboli prekročené ani v obdobiach od 1997-2006, možno uvedené analýzy považovať za platné aj pre projekt MO34.

Extrémne sucho

Odbery chladiarenskej vody pre prevádzku EMO sa uskutočňujú výhradne z toku Hron. Vyhodnotenie minimálnych prietokov na ostatných tokoch je preto bezpredmetné.

Analýza v danom dokumente bola vyhotovená pre EMO12, ale súčasne pre odber vody pre všetky štyri bloky, takže výsledky analýzy sú platné aj pre MO34, a pri daných podmienkach ani počas suchých dní nebude ohrozený odber vody pre EMO12 a MO34.

Extrémny dážď, sneh a ľad

Klimatické a meteorologické podmienky lokality EMO sú súčasťou súboru podkladov, ktoré je potrebné rešpektovať v rámci projektovania stavebných konštrukcií v areáli EMO. Zaťaženie stavebných konštrukcií klimatickými faktormi zahŕňa najmä zaťaženie snehom, námrazou a vetrom a patrí do skupiny náhodných zaťažení. Pri stanovovaní zaťaženia stavebných konštrukcií sa používa v praxi normatívny dokument STN 73 0035 „Zaťaženie stavebných konštrukcií“, ktorý stanovuje postup hodnotenia týchto

druhov záťaží a príslušné vstupné parametre. Lokalita EMO je z hľadiska určenia parametrov pre aplikáciu postupov hodnotenia zaťaženia od klimatických faktorov podľa STN 73 0035 bezproblémová. Ani meteorologické pozorovania v lokalite Mochovce z obdobia od roku 1981 až do súčasnosti nepriniesli výsledky, ktoré by nezodpovedali hodnotám uvedeným v tomto normatívnom dokumente (STN 73 0035 Zaťaženie stavebných konštrukcií).

Zaťaž od vetra a víchrice

V PBS sú zhrnuté výsledky hodnotenia vplyvu extrémnych veterných vplyvov na lokalitu EMO v rámci riešenia BO EH02 pre EMO12 (Analýza extrémnych prírodných podmienok, 1. Súhrnná správa, Bezpečnostné opatrenie EH02, EGP, máj 1997). Keďže východzie použité vstupné hodnoty extrémnych veterných vplyvov na lokalitu EMO12 sú podobné alebo väčšie ako namerané hodnoty extrémneho vetra pre obdobie 1996-2006, tak analýza BO EH02 (Analýza extrémnych prírodných podmienok, 1. Súhrnná správa, Bezpečnostné opatrenie EH02, EGP, máj 1997) zostáva platná aj pre projekt MO34.

V rámci BO EH-02, Analýza extrémnych prírodných podmienok, 5. stavebná časť, boli všetky budovy dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti preverené na vplyv extrémnych prírodných podmienok. Vzájomnosť jednotlivých typov extrémnych klimatických zaťažení sa neuvažovala. Zo záverov analýz boli prijaté bezpečnostné opatrenia, ktoré sa zrealizovali na EMO12 a ktoré sú uvažované aj pre projekt MO34.

4.1.1.1. Overenie meteorologických podmienok, ktoré boli uvažované v projekte SKK: maximálna teplota, minimálna teplota, rôzne typy búrok, prudké dažde, víchrice a pod.,

Kapitola sa zaoberá zhodnotením extrémnych meteorologických udalostí pre lokalitu JE Mochovce. Výsledky boli spracované v zmysle používaných klimatologických postupov pre vyhodnocovanie extrémov a na základe doporučení MAAE [1].

Extrémne teploty a vlhkosť

Informácie o teplotných a vlhkosťných meteorologických podmienkach v lokalite JE boli spracované v kontexte s dokumentmi MAAE. Boli využité súbory meteorologických pozorovaní a meraní z lokality Mochovce, vykonávané na meteorologickej stanici SHMÚ v období od roku 1981 až do súčasnosti. Ako primárny súbor dát sa využívali pozorovania z obdobia 1981 – 1996, ktoré boli využité pre vyhodnotenie priemerných hodnôt meteorologických parametrov lokality. Tieto boli za účelom hodnotenia extrémnych hodnôt meteorologických parametrov doplnené aj meraniami z obdobia rokov 1981 – 2010. Výsledky meraní a pozorovaní z tohto obdobia sú uvedené v databázach SHMÚ.

Podrobnejšie informácie o metrologickej situácii v lokalite MO34 sú uvedené v PBS kap. 4.7.

Najchladnejším mesiacom je január (priemerné stredné teploty $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) a najteplejším júl ($19,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), absolútne maximum za obdobie 1981-2005 je $37,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (r. 2000), absolútne minimum za rovnaké obdobie je $-30,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Najvyššia teplota vzduchu počas periodického denného chodu je okolo 14. h a najnižšia pred východom slnka. Priemerná interdiurná premenlivosť dosiahla $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, priemerné oteplenie $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a ochladenie $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

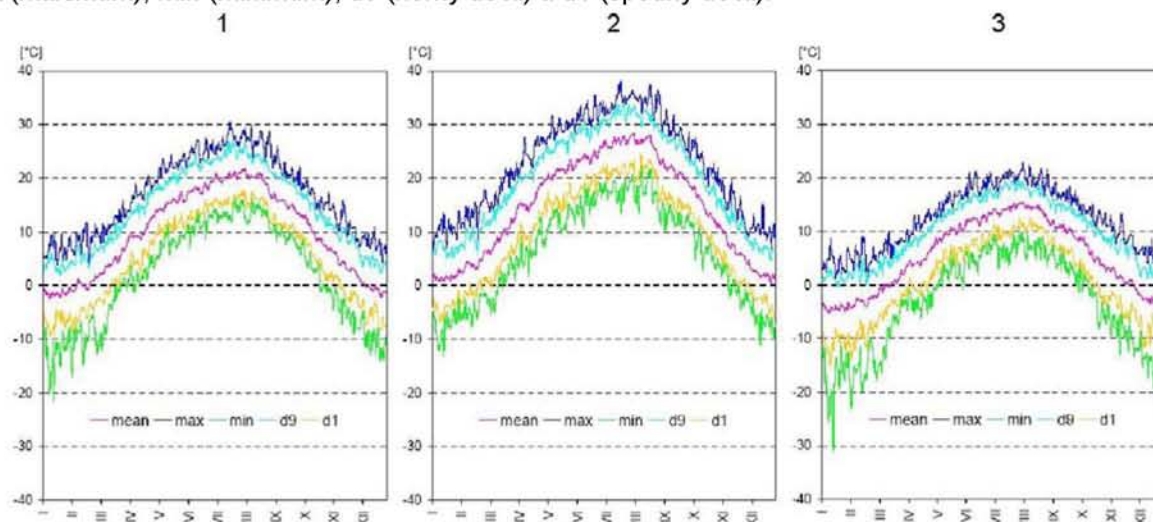
Za rok sa v priemere vyskytne:

- 16,9 tropických dní,
- 65,5 letných dní,

- 101,6 mrazových dní,
- 26,5 ľadových dní,
- 16,6 dňa so silným mrazom.

Na nasledujúcom obrázku sú ročné priebehy denných priemerných teplôt nameraných v lokalite Mochoviec počas rokov 1981 až 2010. Časť 1 zobrazuje ročný priebeh dennej priemernej teploty vzduchu, časť 2 zobrazuje ročný priebeh dennej priemernej maximálnej teploty vzduchu a časť 3 zobrazuje ročný priebeh dennej priemernej minimálnej teploty vzduchu.

Údaje sú zobrazené použitím vybraných štatistických ukazovateľov: mean (aritmetický priemer), max (maximum), min (minimum), d9 (horný decil) a d1 (spodný decil).



Graf 4.1.1- 1.: Ročný priebeh denných priemerných teplôt vzduchu

V rámci riešenia BO EH02 sa vykonalo stanovenie návrhových hodnôt od extrémnych účinkov klimatických javov v EMO. Podkladom pre stanovenie týchto hodnôt bola podrobná meteorologická štúdia SHMÚ danej lokality, ktorá vychádza z dlhodobých meraní, ktoré boli štatisticky spracované v súlade s predpisom MAAE NS-G-1.5. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené teploty projektového základu, ktoré boli použité na objekty 1. kategórie seizmickej odolnosti v rámci Bezpečnostných opatrení EH02. Tieto teploty slúžia pre posúdenie bezpečnosti celej JE EMO :

Tab. 4.1.1- 4.: Extrémne teploty v lokalite Mochoviec

Meteorologický parameter	Opakovanie		
	Jednotka	100 rokov	10 000 rokov
Absolútne ročné teplotné minimá	°C	-29,5	-44,2
Ročné minimá denných teplôt	°C	-23,8	-38,4
Priemerná teplota vzduchu v najchladnejšom týždni roka	°C	-16,8	-28,2
Absolútne maximá teploty vzduchu	°C	38,1	43,8
Ročné maximá 6-hodinových teplotných priebehov	°C	37	42,2

Najväčšie riziko pre jadrovú bezpečnosť z hľadiska extrémnych teplôt a vlhkosti predstavuje riziko nízkych teplôt. Priemerná teplota v najchladnejšom týždni v roku s opakovateľnosťou jedenkrát za 100 rokov je $-16,8^{\circ}\text{C}$. V BO EH02 boli zhrnuté výsledky hodnotenia vplyvu extrémnych meteorologických podmienok na analyzované systémy, stavebné objekty (vrátane chladnutia budov) a lokalitu EMO. V jednotlivých dieloch tejto správy sú taktiež uvedené opatrenia na zodolnenie systémov, stavebných objektov aj celej lokality proti pôsobeniu týchto podmienok. Analýzy v BO EH02 boli vykonané pre meteorologické podmienky, ktoré sa vyskytli do roku 1997, ale keďže ich extrémne hodnoty neboli prekročené ani v následnom období (viď PBS kap. 4.7 Metrológia), možno uvedené analýzy považovať za stále platné.

Extrémny chlad

Vplyv extrémneho chladu na stavebnú časť JE EMO

Extrémne minimálna teplota vzduchu sú stanovené v kap. 2.3 PpBZ v náväznosti na dokumentáciu "Zhodnotenie vybraných meteorologických a hydrometeorologických charakteristík pre lokalitu Mochovce" vydanú Slovenským Hydrometeorologickým Ústavom. Dôsledky vplyvu extrémne nízkych teplôt vzduchu boli sledované u stavebných objektov 1. kategórie seizmickej odolnosti.

Stanovenie extrémnych teplotných minim vzduchu pôsobiace na stavebné objekty JE EMO

Meteorológmi namerané hodnoty rýchlostí za tridsaťročné obdobie 1961-1990 predstavujú vstupné dáta pre štatistické spracovanie extrémnych hodnôt s malou pravdepodobnosťou výskytu, ktoré sú stanovené v súlade s doporučením IAEA Safety Guide 50-SG-S11A. U nameraných teplôt vzduchu boli minimálna tejto veličiny stanovené pre rôzne časové intervaly. Tieto veličiny sú štatisticky spracované pro dve návrhové úrovne zaťaženia : projektové - so strednou dobou návratu 100 rokov a extrémne - pro strednú dobu návratu 10 000 rokov. Tieto extrémne hodnoty boli štatisticky stanovené na základe funkcie Gumbelovho rozdelenia ako je doporučené v predpise.

Vplyv extrémne nízkych teplôt na funkčnosť konštrukčného systému

Stavebné objekty 1. kategórie seizmickej odolnosti sú chránené obvodovým a strešným plášťom, ktorý je v súčasnej dobe u niektorých objektov vymenený z dôvodu zlepšenia tepelno-izolačných vlastností. Výnimkou sú [REDAKOVANÉ]. Chladiace ventilátorové veže, kde dochádza k rovnomernému ochladzovaniu konštrukcie, ktorej konštrukčný systém je dostatočne zaistený proti porušeniu vplyvom extrémne nízkych teplôt vzduchu a barbotážnej veže [REDAKOVANÉ]. Tú tvorí železobetónová konštrukcia tepelne nezaizolovaná. Veže vyhovujú havárii LOCA, pri ktorej vznikne vnútri veľký pretlak, ktorý konštrukcia bezpečne prenesie. Veže sú teda dostatočne armované i na ochladenie povrchu v jednodenných extrémnych mrazoch pri -40°C ako je doložené vo vykonávacích projektoch. Konštrukčný systém stavebných objektov 1. kategórie seizmickej odolnosti v JE EMO je dostatočne odolný proti vplyvu extrémne nízkych teplôt vzduchu. V zásade je vylúčené, aby došlo k zlyhaniu nosného systému stavby z dôvodu pôsobenia extrémne nízkych teplôt.

Bol vykonaný výpočet dvoch variantov:

- Východisková teplota v miestnosti je 8°C a rovnaká je aj vonkajšia teplota. Teplota 8°C bola zvolená odhadom na základe skutočnosti, že susedné m.č. 1 (priestor dieselgenerátorov) je centrálné vykurovaná na 15°C . Skok na vonkajšej teplote potom činí cca 36°C .
- Východisková teplota v miestnosti je 8°C , ale teplo prechádzajúce z ostatných miestností je dostatočné na to, aby túto teplotu udržalo aj pri vonkajšej teplote -12°C (na túto vonkajšiu teplotu je počítané centrálné vykurovanie). Skok na vonkajšej teplote potom činí cca 16°C .

V prípade, že nie je v činnosti priamoohrievacie vykurovanie, klesne teplota v miestnosti na 0 ° C za cca 1,5 dňa. Teplota potom ďalej klesá a za 7 dní dosiahne hodnotu cca -17 ° C a ak by sa vonkajšia teplota nezvýšila bude ďalej klesať. Ak bude výkon priameho vykurovania aspoň 1 500 W, udrží sa teplota v miestnosti nad 5 ° C. V m.č. 3 klesne teplota bez vykurovania na 0 ° C za cca 3 dni za 7 dní klesne na -8 ° C. Ak bude výkon vykurovania 1 500 W, ustáli sa na hodnote okolo 10 ° C. Treba povedať, že tento variant je veľmi konzervatívny, pretože nepredpokladá prestup tepla z okolitých miestností.

V druhom variante je situácia výrazne priaznivejšia. Bez priamoohrevu by teplota v m.č. 2 klesla za 7 dní na cca -9 ° C a v m.č. 3 na cca -2 ° C. Pre udržanie teploty okolo 10 ° C by potom pre obe miestnosti stačil priamoohrev s výkonom 1 000 W.

Zhodnotenie vybraných meteorologických a hydrologických charakteristík pre lokalitu Mochovce. SHMU Bratislava (interné evidenčné číslo: JB1/96), jún 1996.

Extrémna vlhkosť

Relatívna vlhkosť vzduchu je ukazovateľom klímy, ktorý reaguje na výkyvy teploty vzduchu, zmeny oblačnosti a zrážok. Ročný priebeh relatívnej vlhkosti vzduchu je približne opačný ako priebeh teploty vzduchu [8] s výrazným maximom v decembri (87 %) a s minimom v apríli (65 %). Priemerná ročná relatívna vlhkosť vzduchu v lokalite EMO bola 75 %.

Maximálna relatívna vlhkosť vzduchu 100 % sa môže vyskytnúť kedykoľvek v priebehu dňa (t.j. deň resp. noc), napr. počas hmly, a môže trvať i niekoľko hodín. Relatívna vlhkosť vzduchu 100 % sa vyskytuje každý rok, najčastejšie v zimnom období, a najmä v noci. Neprerúšané trvanie relatívnej vlhkosti vzduchu vyššej ako 95 % môže dosiahnuť hodnotu okolo 150 hodín.

Minimálna relatívna vlhkosť vzduchu klesá na hodnotu 8 % v odpoľudňajších hodinách (okolo 17. až 18. hodiny) v mesiaci júl. Hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu pod 10 % sa vyskytujú približne raz za 30 rokov.

Priemerný počet dní z námrazou za rok je 0,9 dňa. Sú roky, kedy sa námraza nevyskytla, najväčší počet dní s námrazou za rok dosiahol hodnotu 5. Podľa energetickej kvalifikácie námraz lokalita Mochovce patrí do oblasti s ľahkou námrazou - t.j. na metrovej tyči o priemere 6 cm sa namerajú námrazky o váhe najviac do 4 kg.

Obsah vodnej pary vo vzduchu závisí od vyparovania, atmosférickej cirkulačnej výmeny vzduchových hmôt a ich teplotno-vlhkostných vlastností. Ročný chod tlaku vodnej pary má jednoduchý priebeh, podobný ako teplota vzduchu, minimum v januári (4,9 hPa) a maximum v júli (15,3 hPa). Priemerný ročný tlak vodnej pary je 9,6 hPa.

Extrémne sucho

Extrémne sucho je jav, ktorý sa nevyskytuje náhlo. Hlavným dôvodom je vysychanie externých vodných zdrojov v dôsledku dlhodobovo vysokých teplôt spolu s nedostatkom zrážok.

Pre účely analýzy externých rizík sa pojem sucho bude vzťahovať na nedostatok vody spojený s poklesom hladín povrchových a podzemných vôd. Preto keď uvažujeme s rizikom extrémneho sucha, je lepšie vychádzať z deterministických analýz a analyzovať potenciálne dopady na stratu zdrojov surovej vody. Relevantnou vlastnosťou tohto prírodného javu z pohľadu jeho následkov je, že extrémne sucho nie je dynamická zmena, ale pomalý a progresívny dlhodobý proces.

Čerpacia stanica technickej vody sa nachádza v katastri obce Veľké Kozmálovce v okrese Levice. Nadmorská výška čerpacej stanice je 173,7 m. Zdrojom technickej vody je rieka Hron – nádrž Veľké Kozmálovce v km 73,5. Voda sa čerpá cez odberný objekt a prepravuje čerpadlami surovej vody do vodných nádrží 2 x 6000 m³. Odtiaľ sa gravitačným spádom prepravuje do areálu elektrárne. Odberný objekt sa používa na zadržanie ťažkých nečistôt a umožňuje čiastočné alebo kompletne zastavenie prietoku do čerpacej stanice technickej vody. Voda tečie do dvoch distribučných nádrží z odberného objektu. Z každej nádrže sú 4 kanály, ktoré vedú cez miestnosť generátora do prečerpávacej nádrže.

Spotreba vody v JE závisí od odparovania a odvodu vodných kvapiek z chladiacich veží nereverzibilným prepúšťaním cirkulačnej vody do rieky Hron a spotrebou v chladiacich vežiach. Aby bolo možné zabezpečiť vyvážený stav, spotreba sa vykryva dodávkou surovej vody z vodnej nádrže Veľké Kozmálovce. Objem prečerpanej vody z nádrže závisí od technologických potrieb JE, ako aj od klimatických podmienok a ročného obdobia.

Potreba minimálneho objemu cirkulačnej chladiacej vody na stratu surovej vody z rieky Hron bola predmetom analýzy, ktorá špecifikovala požiadavku na minimálny objem vody, ktorý je potrebné uskladniť v systéme cirkulačnej vody, a minimálnu prevádzkovú hladinu vody v čerpacích staniciach [REDAKOVANÉ]. Výsledky analýzy poslúžia na revidovanie súčasne platných opatrení, ako aj na vypracovanie prevádzkového postupu v prípade straty surovej chladiacej vody z rieky Hron pre reaktorové bloky MO34 a EMO1,2.

Tab. 4.1.1- 5.: Požiadavky na vodu čerpanú z rieky Hron

Požiadavky na množstvo odvádzanej vody		
EMO1,2– 4 bloky	Závlahy pod priehradou a voda odoberaná do potoka Perec	Zabezpečenie prietokov v Pereci a koryte rieky Hron pod priehradou
Priemerný odber vody : 1,489 m ³ .s ⁻¹	Priemerný odber vody na závlahy : 2,239 m ³ .s ⁻¹	Sanitárny prietok do rieky Hron : 6,6 m ³ .s ⁻¹
Vodné výpuste z JE EMO do rieky Hron : 0,275 m ³ .s ⁻¹	Priemerný odber vody do potoka Perec : 0,301 m ³ .s ⁻¹	Sanitárny prietok do potoka Perec : 0,2 m ³ .s ⁻¹
Maximálny odber vody : 1,667 m ³ .s ⁻¹		Minimálny bilančný prietok do rieky Hron : 7,91 m ³ .s ⁻¹
		Minimálny bilančný prietok do potoka Perec : 0,2 m ³ .s ⁻¹

Strata vody z externých zdrojov kvôli extrémnemu suchu nie je rýchlou zmenou z pohľadu jadrovej bezpečnosti. Je to dlhotrvajúci, pomalý a postupný proces, kde je k dispozícii dostatok času na prijatie konkrétnych bezpečnostných opatrení. Tieto opatrenia môžu pozostávať z obmedzení v odbere vody na závlahy, obmedzenia potrieb JE alebo dočasné zabezpečenie vody z iných vodných zdrojov.

Z posúdenia znížených objemov vody v prechodných obdobiach sucha a z rozličných alternatív dodávky vody pre štyri reaktorové bloky EMO1,2 vyplýva, že odber vody pre potreby EMO12 a MO34 nebude

ohrozený ani počas dočasných období sucha. Ani pri výskyte 100-ročného minimálneho prietoku vody v rieke Hron ($7,70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) bude zabezpečený dostatočný objem vody na prevádzku všetkých štyroch reaktorových blokov EMO1,2(maximum $1,667 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) z hľadiska zaistenia jadrovej bezpečnosti (nie však normálnej prevádzky na nom. výkone všetkých štyroch blokov JE EMO).

Vplyv ľadu a snehu

Extrémne snehové zrážky

Projektové hodnoty snehu sa extrapolovali pre 10^2 a 10^4 rokov, pozri nasledujúca tabuľka.

Tab. 4.1.1- 6.: Snehová záťaž lokality Mochoviec

SNEHOVÁ ZÁŤAŽ (ekvivalentný objem vody)	
	EMO03438826
Hodnota projektovej záťaže v projekte pre 10^2 rokov	0,7 [KN/m ²]
Extrémna vypočítaná hodnota v projekte pre 10^4 rokov	1,4 [KN/m ²]

Záťaž snehom bola stanovená v súlade s normou STN 73 0035:1986.

Pre stavebné objekty 1. kategórie seizmickej odolnosti sa pre výpočet základnej hmotnosti extrémnej snehovej pokrývky s priemernou dobou výskytu 104 rokov bude uvažovať s dvojnásobkom základnej hmotnosti snehu podľa STN 73 0035, ak sa nepoužíva vhodná štatistická extrapolácia v súlade s nariadením série SS č. NS-G-3.4.

Na extrapoláciu základnej snehovej masy (pre 102 a 104 rokov) sa použilo Gumbelove rozdelenie pravdepodobnosti. Keďže v súčasnosti neexistujú žiadne štatisticky postačujúce reprezentatívne meteorologické údaje, ktoré sa týkajú maximálnej snehovej pokrývky na stavebných objektoch 1. kategórie seizmickej odolnosti, je možné použiť projektovú základnú hmotnosť v súlade s normou STN 73 0035.

Na základe predbežného posúdenia s ohľadom aj na legislatívu Eurokódu je projektový základ snehu v súlade so zavedenou legislatívou.

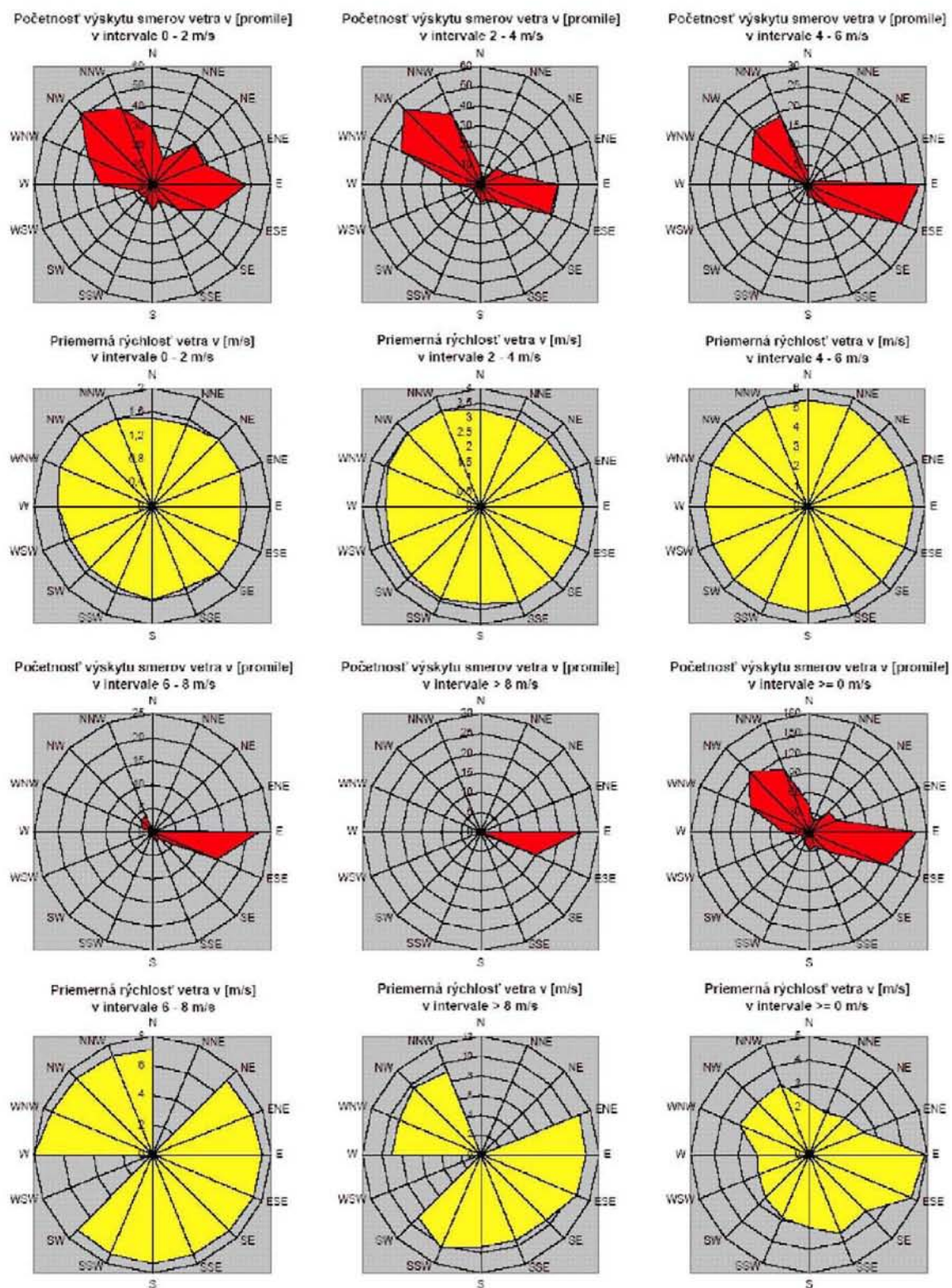
V zmysle rozhodnutia UJD SR č. 318/98 boli realizované úpravy na základe analýz z riešenia BO EH02 – ohrev obj. 442/1-01 a 810/ SHN – ukonč. 03.1999.

Strechy – ČS TVD na staveb. obj. 584/1-03 – realizácia bola ukončená v 09.1998. V rámci toho bolo vykonané spevnenie strešnej konštrukcie na zvýšenie odolnosti voči extrémnej snehovej záťaži. Ďalej sa zrealizovala úprava odvodňovacích systémov strechy ČSTVD v zmysle výstupu z analýzy EH02. Na základe požiadaviek normatívnej dokumentácie správca zabezpečuje odpratávanie snehu so strešných plôch.

Extrémny vietor

Frekvencia jednotlivých smerov vetra a rýchlostné intervaly vetra ($(2 - 4, 4 - 6, 6 - 8, > 8, \geq 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})$) poukazujú na prevládanie severozápadného a východného vetra pri priemernej ročnej rýchlosti vetra $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ vo výške 10 m nad zemou.

Podľa EH02 sa v lokalite nevyskytujú hurikány, ale v budúcnosti by sa malo uvažovať s výskytom tornád. Hodnoty extrémneho vetra pre lokalitu Mochoviec súhrne vyhodnotené v nasledujúcej tabuľke.



Graf 4.1.1- 2.: Početnosť výskytu smerov vetra a priemerná rýchlosť vetra podľa nariadení.

Tab. 4.1.1- 7.: Tabuľka vyhodnotených hodnôt extrémneho vetra lokality Mochoviec

Meteorologická veličina	Pravdepodobnosť neprekročenia		
	Jednotka	100 rokov	10 000 rokov
Rýchlosť extrémneho vetra za 10-minútové rýchlosti vetra merané vo výške 10 m nad zemou	m.s ⁻¹	27,2	38,7
Maximálny poryv vetra vo výške 10 m nad zemou	m.s ⁻¹	40,0	53,9

Vírivý vietor

Podľa EH02 je v súčasnosti (1991 – 2010) možné vyhodnotiť pravdepodobnosť výskytu tornáda kategórie F1 (rýchlosť od 32 do 50 m.s⁻¹) ako raz za rok na 50.000 km² – v prípade areálu Mochoviec (cca 2,5 km²) je táto pravdepodobnosť $5,0 \times 10^{-5}$, a dvakrát v prípade tornáda kategórie F0 (rýchlosť od 18 do 32 m.s⁻¹) – v prípade EMO1,2 je to pravdepodobnosť výskytu $1,0 \times 10^{-4}$. Tieto počty by sa mohli vyskytovať do roku 2050 päť alebo desaťkrát v závislosti od nárastu teploty a absolútnej (mernej) vlhkosti vzduchu.

Podľa EH02 neexistovala pravdepodobnosť výskytu tornáda kategórie F2. Tornáda kategórie F3 a vyššie sa v súčasnosti ani v blízkej budúcnosti nepredpokladajú. Výskyt tornád tejto kategórie v lokalite Mochoviec by sa mohol teoreticky predpokladať pri predpoklade nárastu teploty o 2 °C do roku 2050 a o 4 °C do roku 2100. I keď sa splnia tieto predpoklady, pravdepodobnosť výskytu pre celú lokalitu Mochoviec by bola pod 10^{-4} . Čo sa týka areálu JE Mochovce, pravdepodobnosť výskytu by potom bola okolo 10^{-8} .

Extrémny vietor**Tab. 4.1.1- 8.:** Závaž vetrom

RÝCHLOSŤ VETRA [10]		
	SHMÚ	EMO034 38826
Stredná doba výskytu rýchlosti vetra za 10 ² rokov	40,0 [m/s]	38,89 [m/s]
Stredná doba výskytu rýchlosti vetra za 10 ⁴ rokov	53,9 [m/s]	54,47 [m/s]

Závaž vetrom bola stanovená v súlade s normou STN 73 0035.

Na extrapoláciu priemernej rýchlosti vetra s priemerným výskytom 102 alebo 104 rokov sa použilo Gumbelove rozdelenie pravdepodobnosti.

Na základe predbežného hodnotenia a podľa EH02 je projektový základ vetra v súlade so zavedenou legislatívou.

4.1.1.2. Postulovanie špecifikácií pre extrémne poveternostné podmienky, pokiaľ neboli zahrnuté v pôvodnej projektovej základni

Vplyv extrémneho chladu na technologické systémy. Vymedzenie systémov z hľadiska ich funkčnosti v podmienkach extrémne nízkych teplôt atmosféry

V tejto kapitole je posúdenie možného vplyvu extrémne nízkych teplôt vonkajšej atmosféry, očakávateľných v lokalite Mochovce, na komponenty a systémy JE, dôležité pre prevádzku jadrovej - energetického bloku ako aj udržiavanie bloku v bezpečnej odstávke.

Úplný zoznam bezpečnostných systémov JE MO je uvedený v Technických podkladoch a analýzach. Posúdenie je zamerané na tie z nich, ktoré majú bezprostredný kontakt s vonkajšou atmosférou t.j. nie sú úplne tepelne chránené budovou. Posudzovanie týchto bezpečnostných systémov bude vykonávané so zreteľom na:

- prešetrovanie odolnosti príslušného systému voči očakávateľným extrémom chladu,
- navrhnutie opatrení v technickej realizácii diela alebo v prevádzkových predpisoch na zabránenie vzniku situácie, keď by sa príslušný systém v dôsledku nízkej teploty stal nefunkčným.

Sú to nasledovné systémy: systém zaisteného elektrického napájania, dieselgenerátorová stanica, Systém superhavarijného napájania parogenerátorov a systém dodávky technickej vody dôležitej

Hĺbka uloženia potrubných kanálov v ktorých sú vedené potrubia TVD je v rozmedzí od 2,5 až 5m pod povrchom terénu (stropný panel). V analýze vplyvu externých metrologických podmienok - príloha 2.1 bola vykonaná analýza či TVD, tečúca v potrubíach umiestnených v PKS kanáloch uložených v uvedených hĺbkach pod povrchom terénu, môže byť ohrozená postulovanými extrémnymi mrazmi.

V citovanej správe boli vykonané analýzy teplotných profilov pôdy (priebeh teploty pôdy v rôznych hĺbkach) nameraných v meteorologickej stanici JE MO za roky 1988 až 1996. Výsledky analýzy oprávňujú k tvrdeniu:

Pri teplote atmosféry, zhodnej s postulovanou teplotou ako ročné minimum denných priemerov očakávateľné 1 krát za 10 000 rokov ($t_{B,mn,r} = -40,8\text{ }^{\circ}\text{C}$), trvajúcej $\tau=24$ hodín, hĺbka premrznutia pôdy nepresiahne 1,6 m. Miestom, kde je TVD v priamom kontakte s vonkajšou atmosférou sú zberné nádrže (bazény) ventilátorových chladiacich veží (VCHV), ktorých rozmery sú uvedené na začiatku tohto odseku.

Pri poklese teploty na úroveň asi $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, čo zodpovedá približne teplote ochladenej vody $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, prestáva byť vratná voda vyvádzaná do rozstrekovacieho zariadenia, ale je privádzaná priamo do bazénu. Okrem toho sú VCHV v zimnom období vybavené zimnou ochranou (ochranné štíty), ktorej úlohou je znížiť prúdenie vzduchu medzi priestorom mimo veže a voľným priestorom nad pôdorysom bazénu a tým spôsobom zabrániť príliš intenzívnemu ochladeniu TVD a obmedziť úlet vodných kvapiek.

Analýzy nasvedčujú, že k poklesu teploty TVD v bazénoch VCHV na bod mrazu nedôjde a technologické minimum jej teploty t.j. $+11\text{ }^{\circ}\text{C}$ bude tiež dodržané. Analýza bola predmetom výskumnej správy VÚJE riešiacej BO S15 pre JE EMO.

Superhavarijné napájanie parogenerátorov

Funkčnosť systému superhavarijného napájania (SHN) môže byť ohrozená v podstate z 2 príčin:

- a) nedostatkom demineralizovanej (demi) vody v zásobných nádržiach LAR11 až 13 BB001,
- b) neschopnosťou subsystému SHN dopraviť túto vodu, v prípade potreby, do parogenerátorov.

Existuje analýza poskytujúca odpoveď na otázku či by mohli postulované extrémne nízke teploty v lokalite EMO prispieť k vyššie uvedeným situáciám.

Subsystém supehavarijného napájania parogenerátorov je sám o sebe voči extrémne nízkym postulovaným teplotám atmosféry dostatočne odolný. Stupeň ohroziteľnosti SHN nízkymi teplotami prostredníctvom ich vplyvu na jeho podporný systém SZN bude diskutovaný v príslušných odsekoch.

Systém zabezpečeného napájania vlastnej spotreby elektrickej energie

Pri posudzovaní vplyvu nízkych teplôt na bezpečnosť rezervného napájania VS považujeme za rozhranie medzi vnútorným elektrickým rozvodom JE MO a verejnou elektrizačnou sústavou blokové transformátory.

SZN1,2,3 a ich rezervné zdroje sú proti vplyvom postulovaných extrémne nízkych teplôt dostatočne chránené budovami a stavebnými konštrukciami, vnútri ktorých sú umiestnené ([7]-kap. 3. Naviac SZN má redundantnosť 3x100%, vzájomnú nezávislosť a vzájomné oddelenie - elektrické, stavebné a požiarne. Tieto faktory spolu zaisťujú vysokú spoľahlivosť SZN 1,2,3. **Teplotné podmienky** (horné aj dolné extrémny) v lokalite Mochovce majú na funkčnosť tohto bezpečnostného systému úplne zanedbateľný vplyv.

Dieselgenerátorová stanica

Dieselgenerátorová stanica je vybavená dieselovými motormi ZGODA typ SULZER 6ZL4/48. Spotreba nafty pri 100 % výkone DG je 206g/kWh s možnou odchýlkou 5 %.

Dieselgenerátory sú v systéme zabezpečeného napájania (SZN) vlastnej spotreby elektrickej energie núdzovým zdrojom. Každý systém zaisteného napájania II. kategórie 6kV je v havarijnom režime napájaný z jedného DG o výkone 2,8 MW (3,5 MVA). Pre každý reaktorový blok sú inštalované 3 DG, ktoré sú plne samostatné bez vzájomných väzieb v časti technologickej, elektrickej, MaR a vzájomne dispozične oddelené. Každý systém zaisteného napájania je schopný zabezpečiť dochladzovanie bloku pri vzniku havarijnej situácie (200% zálohovanie).

Základná zásoba paliva (nafty) je v oddelenom objekte - palivové hospodárstvo (442/1 -05), umiestnenom neďaleko (S.O. 442/1 -01). Pre zásobovanie každej DGS naftou sú vyhradené 2 podzemné nádrže, každá o objeme 100 m³. Je to predpokladaná zásoba na 10 dní prevádzky. (Jadrová bezpečnosť vyžaduje zásobu paliva na nepretržitý chod po dobu 7 dní). DG je prispôsobený k automatickému naštartovaniu a nepretržitej prevádzke so zaťažením po dobu 1000 h od vydania povelu k naštartovaniu. Z hľadiska manipulácie s dodávkou paliva, DG umožňuje 240 h bez zásahu obsluhy do systému prívodu paliva. Podľa katalógového listu používané palivo NAFTA NM 22 má: teplotu tuhnutia -45 °C; viskozitu (pri 20 °C) 1,8 m²/s. Zásobné nádrže nafty umiestnené pod zemou a chránené budovou ([7]-kap. 3) ako aj potrubie určené na transport paliva do budovy DGS do pracovných nádrží (1XJN 1 BB1) umiestnené v zemi sú teda dostatočnou tepelnou ochranou paliva aj pri nízkych postulovaných teplotách.

Za normálnych podmienok a pri menovitom výkone výfukom uniká 26 300 kg/hod výfukových plynov, pričom:

- teplota výfukových plynov za turbokompresorom za vyššie uvedených prevádzkových podmienok je 370°C.
- prípustný odpor prietoku výfukových plynov za turbokompresorom je 4 kPa. Vyšší odpor už spôsobuje znížovanie výkonu motora.

Tieto skutočnosti vytvárajú predpoklad, že námrazová prekážka vytvorená pri vonkajších teplotách asi do -15°C, by bola rýchlo roztopená a odstránená z cesty výfukových plynov a naštartovanie DG by to neohrozilo.

Ostatné bezpečnostné systémy

Všetky bezpečnostné systémy, ktorých odolnosť voči extrémnym mrazom nie je zvlášť diskutovaná, sú od priameho kontaktu s vonkajšou atmosférou chránené budovou HVB. V analýzach je podaná argumentácia, že táto ochrana je postačujúca aj pre postulované teplotné extrémny. Funkčnosť celého radu týchto systémov je navyše podmienená aj dodávkou TVD pre účely chladenia (vzduchotechnické systémy a rôzne tepelné výmenníky). Sprostredkovaná závislosť týchto systémov na vonkajšej teplote teda v istej miere existuje. Vo viacerých z týchto systémov je to aj viacstupňová nepriama závislosť.

Odolnosť systému TVD voči extrémne nízkym teplotám, je na základe výsledkov urobených v rámci výskumnej úlohy BO S15, odolný voči spomínanému javu. Funkčnosť všetkých týchto systémov je tiež podmienená funkčnosťou SZN. Odolnosť SZN (ponímaná ako komplex: pracovné zdroje, náhradné zdroje a núdzové zdroje) voči dolným teplotným extrémom je vysoká.

Systém požiarnej ochrany

Potrubný rozvod požiarnej vody je napájaný vodou z CČS chladiacej vody ako aj z CČS TVD zo zásob vody určených pre ostatné účely (chladenie). Čerpadlá vody pre účel požiarnej ochrany majú nižšiu minimálnu hladinu pre sanie. Rovnaké dôvody, ktoré oprávňujú konštatovať dostatočnú úroveň ochrany vody na chladenie proti extrémnym mrazom v objekte čerpacích staníc (hlbka uloženia vodných nádrží a tepelná ochrana budovou), sú v platnosti aj pre zabezpečenosť požiarnej vody.

Možno konštatovať, že dodávka požiarnej vody do objektov obsahujúcich bezpečnostne významné objekty nie je ohrozená ani extrémne nízkymi postulovanými teplotami.

4.1.1.3. Zhodnotenie očakávanej frekvencie vzniku extrémnych podmienok uvažovaných v pôvodnom projekte resp. predefinovaných podmienok .

4.1.1.4. Posúdenie možnosti vzniku kombinácií extrémnych poveternostných podmienok.

Predprevádzková bezpečnostná správa pre EMO konštatuje nereálnosť rizika vonkajšieho zaplavenia z titulu neexistencie žiadnej hrádze a priehrady v blízkosti EMO (taktiež podstatnou skutočnosťou je vyššia nadmorská výška umiestnenia elektrárne voči svojmu okoliu), ale vôbec nepojednáva o riziku vnútorného zaplavenia

V EMO je evidentné, že projekt elektrárne výrazne zohľadňuje požiadavky ochrany pred vnútornými záplavami. Na základe odporúčenia IAEA-EBP-WWER-03 v rámci TŠBO, bola vypracovaná analýza, ktorá v prvom kroku identifikovala nasledovné:

- systémy obsahujúce vodu alebo paru, vrátane protipožiarnych zariadení v priestoroch budovy susediacich s bezpečnostnými systémami,
- ochranné prvky (detekcia, zadržanie, možnosti oddelenia úniku),
- otvory alebo prepojenia medzi záložnými bezpečnostnými sekciami budovy a drenáže,
- najvyššia možná hladina vody v miestnostiach, kde sú inštalované bezpečnostné zariadenia.

V ďalšom kroku sa vykonala PSA použitím identifikovaných iniciačných udalostí (viď tiež problém BO AA-10).

Preskúmal sa účinok vodného sprchovania na elektrické zariadenia a zariadenia MaR.

Seizmická udalosť s následnými vnútornými záplavami

Z hľadiska vnútorných záplav po seizmickej udalosti boli posúdené objekty a priestory JE EMO 1,2, v ktorých sa nachádzajú SKK dôležité z hľadiska bezpečnosti: reaktorovňa a pomocné budovy, strojovňa, pozdĺžna etažérka a bloková dozornia, dieselgenerátorová stanica, čerpacia stanica technickej vody dôležitej, budova superhavarijného napájania.

Analýzy preukázali, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne ochránené.

Vnútorné záplavy ako dôsledok zlyhania ľudského faktora

K základným príčinám vzniku takéhoto druhu iniciačných udalostí, na základe existujúcich prevádzkových skúseností z podobných JE, prevažne patria chybné manipulácie pri zložitých technologických postupoch, pri vypúšťaní za účelom odstavenia potrubných trás alebo nádrží do opravy

Na základe rozboru vnútorných záplav, realizovaných aj na iných obdobných JE, je možné konštatovať, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne chránené nasledovnými zrealizovanými opatreniami:

- projektovým redundantným riešením bezpečnostných systémov a ich komponentov
- vlastným ochranným krytom odolným proti vlhkosti a zvýšenej teplote alebo technologickým prevedením samotného komponentu
- umiestnením v dostatočnej výške, aby maximálna hladina vody vyplývajúca z konzervatívneho výpočtu iniciačnej udalosti nedosiahla úroveň týchto komponentov
- možnosťou odvádzania vody vytekajúcej na podlahu miestností
- periodickými obhliadkami, ktoré vykonáva obslužný personál a má možnosť ručnou manipuláciou armatúry na niektorých potrubiach (nie kritických z hľadiska bezpečnosti) z chodby uzatvoriť a tým zastaviť výtok média

Analýzy preukázali, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči kombináciám extrémnych prírodných udalostí dostatočne ochránené a kritické bezpečnostné funkcie sú v rozsahu projektu spoľahlivo zabezpečované.

4.2. OHODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH REZERV

Konfiguráciou SKK s troj redundantnými bezpečnostnými systémami je JE EMO odolná proti vnútorným záplavám.

SKK sú prevádzkované podľa príslušných predpisov, ktoré zahŕňajú:

- požiadavky právneho systému krajiny vrátane dozorných orgánov, medzinárodných štandardov a odporúčaní a dobrej praxe prevádzkovateľov obdobných jadrových zariadení
- technické podmienky stanovené plánmi kvality a výrobcom
- limity a podmienky bezpečnej prevádzky

Je zabezpečené optimálne udržiavanie prevádzkyschopnosti SKK podľa projektu tak, aby boli dosahované požadované parametre výkonnosti a životnosti. Prevádzkyschopnosť SKK sa monitoruje pochôdzkovou kontrolou a snímaním relevantných parametrov. V prípade vzniku prevádzkovej udalosti sa postupuje podľa príslušných predpisov.

Testy SKK na zaplavenie sa nevykonávajú. SKK sú kvalifikované na účinky okolitého prostredia podľa požiadaviek na plnenú bezpečnostnú funkciu. Pre prípad zaplavenia alebo ostreku kvapalinou sú elektromotory vyhotovené s patričným krytím.

4.2.1. Zhodnotenie bezpečnostných rezerv pri vzniku extrémnych poveternostných podmienok

Analýza bola urobená pre objekty, v ktorých sa nachádza bezpečnostné zariadenie s ohľadom na bezpečnostné ciele:

- reaktorovňa a pomocné budovy,
- strojovňa,
- pozdĺžna etažérka a bloková dozorňa,
- dieselgenerátorová stanica,
- čerpacia stanica technickej vody dôležitej,
- budova superhavarijného napájania.

Analýzy určili:

- vyšpecifikovanie a umiestnenie možných zdrojov záplav,
- množstvo a vlastnosti (tlak, teplota, chemické zaťaženie) možnej vyliatej látky,
- cesty možného šírenia (prieniku) média,
- priestory hromadenia záplavového média,
- dopady na bezpečnostne dôležité systémy a stavebné objekty.

Výsledky a závery z vykonaných štúdií

Analýzy preukázali, že komponenty bezpečnostných systémov sú voči zaplaveniu dostatočne ochránené :

- projektovým redundantným riešením bezpečnostných systémov a ich komponentov,
- vlastným ochranným krytom odolným vlhkosti a zvýšenej teplote alebo technologickým prevedením samotného komponentu,
- umiestnením v dostatočnej výške aby maximálna hladina vody vyplývajúca z konzervatívneho výpočtu nedosiahla úroveň týchto komponentov,
- možnosťou odvádzania vody vytekanej na podlahu,
- periodickými obhliadkami, ktoré vykonáva obslužný personál a má možnosť ručnou manipuláciou armatúry na niektorých potrubiach (nie kritické s hľadiska bezpečnosti) z chodby uzatvoriť a tým zastaviť výtok média.

Pri všetkých analýzach bolo konzervatívne predpokladané, že čas od okamihu zistenia výskytu havarijnej udalosti sprevádzanej únikom média, po okamih, keď bude operátor schopný (dostatočne informovaný o type a rozsahu havarijnej udalosti) vykonávať manuálne bezpečnostné zásahy, uplynie 30 minút.

Z finálnych revízií analýz jednotlivých objektov bol urobený súhrn so špecifikáciou hardverových úprav.

Hlavné odporúčania pokrývajú periodické skúšky drenážnych ventilov a úpravu prahov dverí.

Popis zrealizovaných úprav

Z ukončeného BO IH 05 spracovaného EUCOMom vyplynuli dopady do stavebnej časti u SO 805/1-01, 442/1-01, 806/1-01, 584/1-03, ktoré boli dňa 19. 5. 1999 v EGP Praha za účasti EMO, EUCOMu a EGP prejednané a odsúhlasené.

██████████ Priestory el. zariadenia pozdĺžne etažérky:

- Jedná sa o zaistenie tesnenia na zatekanie vody z podlažia +14,70 m ██████████ do podlažia +9,60 m, resp. tesné prevedenie ukončenia izolácie vo výške +15 cm nad podlahou +14,70 m so stavajúcimi konštrukciami (stena v rade V, B, priečky, stĺpy, kanáliky, prestupy, dvere, prechodky, ap.).
- V zníženom káblovom priestore na podl. +13,00 m ██████████ ktorý je zakrytý odnímateľným rebrovaným plechom boli prevedené stavebné úpravy zhora na podl. +14,70 m. Vo vlastnom zväčšenom káblovom priestore +13,00 m boli prevedené konštrukčné úpravy proti zatekaniu do podl. +9,60 m vrátane zaistenia odtoku vody.
- Ďalším opatrením bolo zníženie nábehu medzi 1. a 2. blokom (dilatácia v rade 22, 22^x) z kóty +14,85 m na 14,75 m v šírke 10 m a prevedenie nového konštrukčného detailu dilatácie za účelom zabezpečenia odtoku vody.
- Boli prevedené zvýšenia v mieste dverí o 0,05 m nad terajšiu podlahu pre miestnosti č. 1163, 1164, 1234, 1236, 1126, 1276, 1185, 1186, 1210, 1209.

██████████ Dieselgenerátorová stanica:

- Navršíl sa sokel pri šachte generátora zo strany montážnych vrát.

██████████ Priestory el. zariadenia priečne:

- Bolo prevedené zvýšenie v mieste dverí o 0,05 m nad terajšou podlahou pre miestnosti č. 1115, 1114, 1264, 1265.

Čerpacia stanica TVD :

- Previedlo sa nové navrhnutie zaistenia nezatekania vody do miestnosti 2a, b, c, d soklom výšky 0,05 m nad podlahou.

Výsledky systematickej analýzy zaplavenia potvrdili dostatočnosť projektového riešenia. V rámci BO IH05 sa realizovalo len niekoľko malých úprav, ktoré prešli do plánu zmien a modifikácií. Bezpečnostný cieľ bol splnený.

Celkové zhodnotenie vplyvu vnútorných záplav na bezpečnosť prevádzky JE EMO

Z prevedenej systematickej analýzy zaplavenia JE Mochovce a ďalších súvisiacich činností zameraných na tento problém vyplýva, že vnútorné záplavyna JE nemajú zásadný vplyv na bezpečnosť prevádzky 1. a 2. bloku JE Mochovce.

Logistika OHO v extrémnych prírodných podmienkach

V predpise **HO/0005 VHP**, kap.C – v tejto kapitole je uvedený prehľad, rozsah vplyvu na JB a popis spôsobu riešenia následkov iných rizík spôsobujúcich vznik klasifikovaných udalostí na JZ, ktoré sú spojené s rizikami, napríklad požiarom, výbuchom, prírodnými katastrofami, teroristickými hrozbami, narušením fyzickej ochrany, ekologické havárie a podobne. Tieto riziká môžu byť vonkajšie a vnútorné.

Pokiaľ by vplyvom extrémnych prírodných podmienok došlo k úniku veľmi nebezpečných látok do ŽP, potom scenáre možných závažných priemyselných havárií vyplývajúce s analýzy rizika v SE-EMO sú súčasťou **0 HO/0009 – Plán opatrení pre ZPH** a v príslušnom **objektovom HO**. V uvedených dokumentoch je popísaná havarijná odozva v prípade takýchto udalostí.

Na základe uvedenej analýzy rizík z extrémnych prírodných podmienok možno skonštatovať, že v okolí JE Mochovce sa nevyskytujú zdroje iniciačných udalostí spôsobujúcich explózie, vznik oblakov horľavých pár, únik toxických látok, porušenie vtokových objektov, veľké požiare alebo zamorenie škodlivými kvapalinami, ktoré by s nezanedbateľnou pravdepodobnosťou - väčšou ako 10^{-6} za rok, mohli v súčasnosti alebo kedykoľvek v budúcnosti ohroziť prevádzku a jadrovú bezpečnosť elektrárne. K ostatným vonkajším rizikám sú na vylúčenie resp. zníženie nepriaznivého vplyvu na JB prijaté opatrenia.

Silný vietor je do iniciačných udalostí zaradený s tým, že na vylúčenie vzniku jeho následkov sú prijaté opatrenia ako pozatváranie okien, upevnenie voľných predmetov a podobne.

4.2.2. Potenciálna potreba zvýšiť odolnosť elektrárne proti extrémnym poveternostným podmienkam

Posúdenie opatrení, ktoré by zvýšili odolnosť elektrárne proti extrémnym poveternostným podmienkam a zvýšili bezpečnosť elektrárne.

Dieselgenerátorová stanica - námrazy pri nižších teplotách (nezriedkavo kombinované so snehovými búrkami) nazhromažďované dlhšiu dobu (dni) by mohli byť už vážnou prekážkou pri náhlej potrebe naštartovania DG. Bude potrebné do prevádzkových predpisov DGS zahrnúť bod kladúci prevádzkovému personálu povinnosť venovať primeranú pozornosť aj výfukovému otvoru DGS aspoň do tej miery, aby tam nevznikla súvislá hrubá ľadová upchávka.

V zimnom období, v čase vytvárania sa námraz, bude potrebné žaluziam na privode vzduchu do miestností DGS otvárajúcich sa pri podtlaku v miestnosti venovať primeranú pozornosť a vytvárajúcu sa

námrazu z nich nejakým spôsobom odstraňovať. Táto povinnosť by mala byť zahrnutá do prevádzkového predpisu DGS.

Na základe výsledkov výpočtov je možné konštatovať, že pokles teploty vo vybraných miestnostiach by bol pri extrémne nízkej vonkajšej teplote výrazný a je teda potrebné prijať opatrenia na jeho elimináciu.

Opatrením na zabezpečenie dostatočnej ochrany proti mrazu v sledovaných miestnostiach v zmysle BO EH02 mala byť inštalácia zásuviek 230 V pre elektrické priamoohrevné telesá, ktoré sú pripojené na zaistené napájanie zo SZN II. kateg. príslušnej k zodpovedajúcemu dieselgenerátoru. Pripojenie zásuviek na zaistené napájanie je nutné z toho dôvodu, že pri uvažovaných extrémne nízkych teplotách môže dôjsť k poruchám vo vonkajšej sieti a tým prerušeniu napájania vlastnej spotreby z pracovných a rezervných zdrojov (napájanie vlastnej spotreby z turbogenerátora by nebolo k dispozícii, ak by bol blok odstavený, a tým pádom aj jestvujúce ÚK napájané z VS 2x90 MW nefunkčné.

Priamoohrevné vykurovacie telesá mali byť inštalované nielen v m.č. 2 a 3, ale pre prípad výpadku centrálného vykurovania aj v m.č. 1 (tu vzhľadom k objemu miestnosti aspoň 2), 5, 102, 202 a 203. Priamoohrevy mali mať výkon 1 až 2 kW. Zapojenie priamootohrevných telies nebude znamenať nadmerné zaťaženie pre dieselgenerátorov, pretože jednak nemusia byť v činnosti všetky súčasne a jednak nemusia byť v činnosti trvale. Okrem toho môžu byť zapnuté až niekoľko hodín po štarte dieselgenerátorov. S súčasnosťou takýto ohrev na DGS nie je. V minulosti bol zrealizovaný na dozorni DGS, no vzhľadom na protipožiarné opatrenia bol trvalo zrušený.

Superhavarijné napájanie – čerpadlá - vzhľadom na posúdenie tohto objektu z hľadiska extrémne nízkych postulovaných teplôt a výsledky výpočtov je takisto žiaduce (pre prípad výpadku centrálného vykurovania), aby aj do jednotlivých kobiek superhavarijného napájacieho čerpadla boli v zmysle odporúčaní BO EH02 nainštalované priamoohrevné vykurovacie elektrické telesá napájané zo zásuviek 230 V pre napojené na príslušné divízie systému zaisteného napájania – obdobne to je uvedené vyššie pre DGS.

Ďalej vzhľadom na to, že pravdepodobne doposiaľ nebola dostatočne vykonaná analýza, opatrenia, ani skúška voči vplyvu extrémne nízkych teplôt na vodu v prírodných potrubných kanáloch SO 401/1-01 na privode do HVB obj. č. 800/1-01 zvlášť v PKS 80 patriaceho do PS1.32 DPS1.32.03. Tieto potrubné kanály sa realizovali na základe BO S 09 - Zraniteľnosť superhavarijnej napájacej vody. Súčasťou technických špecifikácií, ktoré mal projekt spĺňať mali byť aj tepelné podmienky počas extrémne chladného počasia, avšak vzhľadom na súčasný stav ostáva otázne, či došlo k naplneniu projektu a projektových predpokladov. V prípade nenaplnenia bude potrebné prijať adekvátne nápravné opatrenia ako napr. minimálne zaizolovania a utesnenie poklopov a zaizolovanie samotných potrubí.

Uvedená pochybnosť vyplýva z toho, že v kanáli PKS 80 sú všetky 3 potrubia umiestnené relatívne veľmi blízko pod zemským povrchom a prierez samotného kanálu je oveľa menší ako u PKS 27 a tým pádom aj možnosť jeho vychladenia pod kritického 0°C je oveľa reálnejšia.

Kritickým sa javia miesta pod nezaizolovanými plechovými poklopmi, kadiaľ studený vzduch z vonka cez netesnosti prúdi smerom potrubiam SHN PG, resp. v týchto miestach k nim oveľa ľahšie zvonka preniká chlad. V týchto miestach je možnosť zamrznutia vody v jednotlivých nezaizolovaných všetkých troch SHN potrubíach najpravdepodobnejšia, zvlášť preto, lebo voda potrubíach prakticky počas celého roka mimo skúšok priechodnosti trás SHN a skúšky núdzového napájania PG vykonávaných v rámci GO neprúdi, úplne stojí.

Aj keď pre ročné minimum denných priemerov očakávateľné 1 krát za 10 000 rokov ($t_{B,mn,r} = -40,8\text{ }^{\circ}\text{C}$), trvajúceho $\tau=24$ hodín, hĺbka premrznutia pôdy nepresiahne 1,6 m, potrubia sú po celej

dĺžke nezaizolované v otvorenom priestore kanála, sú blízko pod povrchom zeme a okolo nich prúdi vonkajší vzduch následkom prievanu. Takto ľahko môže pri dlhšie trvajúcich mrazoch, resp. extrémnych mrazoch dôjsť k znefunkčneniu od spoločnej príčiny aj všetkých 3-och systémov SHN. V takomto prípade nie je možnosť vykonania zásahu zmenového personálu za účelom spriechodnenia nepriechodných trás v dôsledku zamrznutia vody v nich.

Čerpacia stanica technickej vody dôležitej - na rozdiel od dieselgenerátorov a superhavarijného napájacieho čerpadla sú čerpadlá technickej vody dôležité v prevádzke aj za normálnej prevádzky bloku (vždy jedno čerpadlo na systém). To znamená, že je stále produkované teplo, ktoré priestory čerpacie stanice vyhrieva. Okrem toho sú vlastné čerpadlá umiestnená v podzemnom podlaží, kde je vplyv extrémne nízkych vonkajších teplôt výrazne nižší ako v nadzemných podlažiach. A konečne, miestnosti elektromotorov na podlaží 0 m (m.č. 2a až 2f) nesusedia s plášťom budovy čerpacej stanice. Z toho dôvodu sa nejaví ako nevyhnutné prijímať pre systém technickej vody dôležité nejaké opatrenia z hľadiska ochrany proti extrémne nízkym postulovaným teplotám.

Systém vnútornej kanalizácie - všetky odpadové vody v objektoch 1. kategórie seizmické odolnosti sú odvádzané samospádom do vonkajších prípojek alebo do technologických nádrží umiestnených v budove reaktora na podlaží na úrovni -10.50 m. V kanalizačnom potrubí nezostáva stáť voda a preto nie je možné jeho zamrznutie.

ČS na Hrone a extrémny chlad - pre stratu chladiacej vody už existuje príslušný predpis typu HO. Výskyt viacdenného extrémneho chladu zvládne zmena svojimi silami a prostriedkami, prípadne s pomocou denného personálu. **Sú zrealizované opatrenia proti zamrznutiu médií v potrubíach na potrubných mostoch.**

Požiar na vode - dodávka požiarnej vody do objektov obsahujúcich bezpečnostne významné objekty nie je ohrozená ani extrémne nízkymi teplotami.

Pri nepriaznivých klimatických podmienkach, spôsobujúcich neštandardné a kalamitné situácie, ktoré znemožnia prístup personálu do elektrárne na výmenu zmeny, prístup zvolaných členov OHO do havarijných stredísk po používaných cestných komunikáciách autobusom, autom alebo iným bežným dopravným prostriedkom. Riešenie takejto udalosti je popísané

- *OHO/8707 - Zvoz zamestnancov pri neštandardných a kalamitných situáciách.*

Extrémne sucho

Pre jednotlivé posudzované riziká zatiaľ nie sú stanovené odporúčania na zlepšenie.

Vplyv ľadu a snehu

Pre jednotlivé posudzované riziká zatiaľ nie sú stanovené odporúčania na zlepšenie.

Extrémny vietor

Pre jednotlivé posudzované riziká zatiaľ nie sú stanovené odporúčania na zlepšenie.

ZÁVERY

Hodnotenia vplyvu extrémnych nadprojektových meteorologických podmienok na systémy, štruktúry a komponentov JE na základe dostupnej projektovej dokumentácie narážajú na nedostatok informácií v platnej projektovej dokumentácii. Preto boli niektoré chýbajúce informácie konzervatívne prebrané z novo vypracovanej dokumentácie pre MO3,4, čo je vzhľadom na spoločnú lokalitu adekvátne. Hodnotenia v tejto kapitole sú napriek tomu prevažne kvalitatívne, pretože sa naráža na nedostatok údajov o odolnosti SKK v nadprojektových poveternostných podmienkach. V hodnotení sa ale poukazuje na zmeny voči pôvodnému projektu elektrárne s predpokladaným priaznivým vplyvom na zvýšenie odolnosti EMO12 (napríklad prínos seizmického z odolnenia pre zvýšenie odolnosti budov proti vetru) a na možnosti kompenzácie nepriaznivých vplyvov na technologické zariadenia. Hodnotenia ukazujú dostatočné časové rezervy na prijímanie opatrení v extrémnych situáciách.

Hodnotenú boli meteorologické javy a ich kombinácie ako extrémne teploty a vlhkosť, extrémne sucho, vplyv ľadu a snehu, extrémny priamy a rotujúci vietor. Taktiež sa posudzovala schopnosť realizácie logistických opatrení v rámci havarijnej pripravenosti - transport zdrojov a komodít potrebných pre zabezpečenie potrieb personálu.

Na základe hodnotení a aj na základe skúseností s prevádzkou pri dosiahnutí maximálnych a minimálnych hodnôt teploty na úrovni 100 ročných extrémnych hodnôt (minimálnej aj maximálnej teploty) bola preukázaná odolnosť a stabilita prevádzky EBO3,4 počas reálnych meteorologickým extrémov, čo je možné očakávať vzhľadom na blízkosť projektu aj v EMO12.

5. STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A KONEČNÉHO ODVODU TEPLA

5.1. JADROVÉ REAKTORY

5.1.1. Strata napájania

Zásadnou podmienkou bezpečnej prevádzky JE je elektrické napájanie pre elektrické spotrebiče dôležité z pohľadu zabezpečenia JB, na bezpečné odstavenie elektrárne, chladenie AZ, odvod zbytkového výkonu a zachovanie integrity bariér v rámci ochrany do hĺbky. Systém zaisteného napájania pozostáva zo zariadení pre napájanie spotrebičov I. kategórie a II. kategórie, ktoré čo do výkonu a vybavenia sú schopné zabezpečiť všetky kritické bezpečnostné funkcie s 200 % zálohovaním.

5.1.1.1. Strata napájania zo siete

Strata napájania zo siete, znamená odpojenie 400 kV vypínača z dôvodu nedostupnosti vonkajšej siete a samozrejme rezervného 110kV napájania bez vykonania automatického zásoku rezervy (AZR). Pre tento stav projekt počíta s napájaním z dvoch možných zdrojov:

- zregulovanie turbogenerátorov na vlastnú spotrebu, alebo
- prechod na napájanie z DG

Zregulovanie na vlastnú spotrebu.

Pokiaľ pracovali TG na výkone (235MW), zregulujú na vlastnú spotrebu. Pre napájanie VS postačuje i zregulovanie jedného TG.

Prechod na elektrické napájanie z DG

Pri strate napätia pracovných zdrojov, nezregulovaní na VS a rezervných zdrojov sa automaticky odpoja rozvodne II. kategórie od rozvodní normálneho napájania a pripoja sa k nim DG - 1XKZ01, 1XKZ02, 1XKZ03 a pripojenie dôležitých spotrebičov vykoná APS.

5.1.1.1.1. Projektové opatrenia v tejto situácii: inštalované záložné zdroje, kapacity a pripravenosť ich prevádzky

V prípade zregulovania na VS je technologické obmedzenie z dôvodu nerovnomerného prehrevu NT dielov TG 2 hodín prevádzky. Je to čas, za ktorý je potrebné dať do prevádzky aspoň jeden DG II. kat. zaisteného napájania. Ak nie, turbína ostáva v režime práce na vlastnú spotrebu.

Pre prípad nezregulovania TG na VS a neexistencie rezervného napájania, dochádza k štartu DG a po splnení kritérií napätia, frekvencie a vypnutia sekčných vypínačov k pripojeniu DG k BDK,L,M. Po pripojení DG k sekcii ZN II. kat. pôsobí APS, ktorým sú zapínané potrebné spotrebiče (v závislosti od režimu bloku). Dĺžka prevádzky DG je obmedzovaná zásobou paliva na 240h (10 dní).

5.1.1.1.2. Autonómia zdrojov napájania v elektrárni a opatrenia na predĺženie prevádzky striedavých zdrojov

Náhradným zdrojom pre systémy ZN II. kat. pri nadprojektových poruchách v systéme zaisteného napájania (SBO) v jadrovej elektrárni Mochovce by mal byť diverzný zdroj nezávislý od sieťových ovetví (plyn, potrubné médiá) – vonkajší autonómny zdroj pre núdzové elektrické napájanie. Jeho úlohou je

zabezpečiť napájanie elektrickou energiou pre vybrané elektrické spotrebiče bezpečnostných systémov v prípade úplného alebo čiastočného výpadku vlastnej spotreby. Jeho použitie sa predpokladá pri dlhodobých výpadkoch alebo nefunkčnosti systémov zaisteného napájania II. kat.

Ako alternatíva sa v projekte uvažuje s vodnými elektrárnami (Gabčíkovo), ale vyžaduje si spohotovenie elektrizačnej sústavy.

Najbližším zdrojom diverznej elektrickej energie je DG stanica umiestnená v 400 kV rozvodni Levice. Vlastník DGPow-en, a.s., Prevádzkovateľ je DG-Energy a.s. a užívateľ je Slovenský energetický dispečing pre Slovenskú elektrizačnú prenosovú sústavu, a.s. Z hľadiska technologického predstavuje v súčasnosti najmodernejšie zariadenie s orientáciou na pohonné médium – motorovú naftu – so zámerom diverzifikácie výroby elektrickej energie na báze kvapalných palív. DG sú schopné dodávať elektrický výkon $16 \times 2 \text{ MW} = 32 \text{ MW}$ s časom pripojenia (prífázovania) do prenosovej siete do 3 min. V prípade potreby a dostupnosti vedení do rozvodne Veľký Ďúr je možné rýchle pripojenie DG na JE EMO.

5.1.1.2. Strata napájania zo siete a strata základných náhradných zdrojov striedavého napájania

Systém ZN I. kategórie zabezpečuje el. napájanie spotrebičov nutných na bezpečné odstavenie bloku v nominálnych i havarijných režimoch. Systém tvoria tri navzájom nezávislé bezpečnostné podsystémy, pričom každý z nich je vybavený zariadeniami potrebnými na izolovanie PO a odvod zbytkového výkonu. (Popis systému viď kap. 1.3.)

5.1.1.2.1. Projektové opatrenia: rôzne inštalované striedavé zdroje a/alebo včasné zabezpečenie ďalších striedavých zdrojov, výkon, pripravenosť uviesť ich do prevádzky

Okrem autonómnych zdrojov uvedených v kap. 5.1.1.2, bude potrebné zabezpečiť mobilný DG prostriedok (mobilnú elektrocentrálu) na každý blok, ktorý by umožnili napájanie bateriek a zabezpečil ovládateľnosť armatúr dôležitých pre obnovovacie činnosti (PSA, a OV KO). Na uvedené riešenie v súčasnosti prebieha proces obstarávania.

5.1.1.2.2. Kapacita batérií, trvanie a možnosti ich dobíjania

Akubatérie boli projektované na 2 hodiny pre 220V úroveň a pre 24V baterky na 4 hodiny prevádzky bez zdrojov napájania z II. kat. Hlavným spotrebičom pre batérie 220 V je núdzové osvetlenie a pre 24V je systém SKR. Popis bilancie využitia kapacity je v kap.5.1.1.3.1.

Monitorovanie kapacity bateriek.

Systémové batérie 24V a 220V majú monitorovanú kapacitu (kapacity uvedené v kap. 1.3) a hlavné parametre, ako sú napätie, prúd, teplotu miestnosti a napätie na jednotlivých článkoch.

Kapacita bateriek je monitorovaná pomocou monitorovacieho výpočtového systému. OTPBD má k dispozícii:

- informáciu o čase do vypnutia – vyčerpania pracovnej kapacity bateriek,
- informáciu o rýchlosti poklesu kapacity, napätia na článkoch, odoberaný prúd a
- informáciu o vplyve jeho činností na odľahčovania baterky - predĺženie prevádzkyschopnosti bateriek.

Podľa tohto údaju je OTPBD schopný organizovať práce ohľadom pripojenia zdroja napájania, alebo pripraviť blok na stav bez elektrického napájania a SKR. Je veľmi dôležité vypnúť baterky ešte pred úplnou stratou kapacity, aby nedošlo k ich poškodeniu a možnosti opätovného nabitia.

Dobíjanie bateriek zabezpečujú pracujúce DG, alebo pripojenie striedavej siete z napäťových úrovní od 400 kV až 0,4kV po transformácii v rámci existujúcich rozvodov, alebo z druhého bloku. V procese obstarávania je 6kV DG pre ťažké havárie, ktorý má priame pripojenie na 1. systém I. kat. zaisteného napájania a prepojavacím káblom ho bude možné pripojiť na ostatné systémy.

5.1.1.3. Strata napájania zo siete a strata základného náhradného zdroja striedavého napájania, strata diverzných zdrojov záložného striedavého napájania

Úplná strata napájania vlastnej spotreby black-out patrí medzi nadprojektové havarijné udalosti. Môže vzniknúť pri strate napájania zo siete (rozpad siete, alebo porucha spôsobujúca odpojenie 400kV vypínača) a nezregulovanie bloku na VS súčasne so stratou rezervného napájania spolu so zlyhaním štartu všetkých DG alebo ich pripojenia na sekcie zaisteného napájania 6kV. Po strate napájania z uvedených zdrojov, vznikne udalosť typu blackout. Pre prípady zlyhania núdzových zdrojov napájania má elektrárň Mochovce k dispozícii náhradný zdroj, ktorým je tzv. III. sieťový prípoj (vonkajší autonómny zdroj) buď z VE Gabčíkovo, alebo z DG v rozvodni 400kV Levice pre prípad rozpadu siete ak elektrické prepojenia medzi zdrojmi a elektrárnou sú prevádzkyschopné. Jeho úlohou je zabezpečiť napájanie pre vybrané elektrické spotrebiče bezpečnostných systémov v prípade úplného alebo čiastočného výpadku vlastnej spotreby.

Úplná strata napájania bloku – blackout, ak nie je dlhodobá, nie je spojená s ťažkými následkami. Avšak ak obnovenie napájania bloku zo siete alebo z DG nie je dostatočne rýchle, alebo ak blackout je kombinovaný s inou súčasne prebiehajúcou udalosťou, následky môžu byť vážne.

5.1.1.3.1. Kapacita batérií, trvanie a možnosť ich dobíjania v tejto situácii

Akubatérie boli projektované na 2 hodiny pre 220V úroveň a pre 24V baterky na 4 hodiny prevádzky bez zdrojov napájania z II. kat. Doba vybitia bola počítaná na maximálnu záťaž bateriek, ale súčasná spotreba nie je na úrovni koeficienta využitia 0,75. Výpočet dvoch hodín je príliš konzervatívny. Na základe nameraných údajov za normálnej prevádzky, na systémoch je záťaž nižšia a po prepočte kapacita bateriek vydrží 8-10 hodín. Pre 24 V úroveň je záťaž viac konštantná, lebo napája SKR. Na týchto rozvádzačoch odľahčovanie nie je možné, lebo opätovný nábeh SKR (SIS/BELT) vyžaduje dlhší čas (3 až 4 hodiny). Aj pre tento systém však platí nižší koeficient využitia ako 0,75. Odhad 8-10 hodín dobre korešponduje aj s udalosťou v EMO, keď počas výpadku na jednom systéme, počas 6 hodín bolo spotrebovaných 70% kapacity bateriek, to znamená reálne by SKR pracovalo 9 hodín.

Počas blackoutu sa predpise ECA-0.0 šetriacim programom záťaž akubaterií ďalej zníži, a preto odhadnutú hodnotu 11h výdrže batérií I. až IV. systému počas blackoutu možno považovať za konzervatívny odhad.

Ďalšou možnosťou je sekvenčné využitie ostatných systémov batérií káblový prepojom na pracujúci systém. Pripájanie a odpájanie blokov bateriek je vykonávané na základe informácií zo systému monitorovania kapacity bateriek.

5.1.1.3.2. Predpokladané činnosti na zriadenie striedavého napájania z mobilného zdroja, alebo špeciálneho zdroja mimo JE

Mobilný zdroj (elektrocentrála) bude pristavený k postihnutému bloku. Je nutné dopracovať pripojenie mobilného zdroja k rozvádzačom na 0,4 kV a prepojavací kábel medzi systémami a rozvodňami dôležitými z pohľadu JB. Prepoje musia byť urobené na úrovni jednosmernej ako aj striedavej 0,4 kV tak, aby nebol narušený koncept redundancie a diverzity. Káble sa budú prepájať mechanicky, aby sa vylúčila nespoľahlivosť zariadení a minimalizoval vplyv L'F.

5.1.1.3.3. Kompetencia zmenového personálu realizovať potrebné prepojenia a čas potrebný na tieto činnosti. Čas potrebný pre realizáciu prepojení špecialistami.

Personál na zmene je kompetentný na vykonanie príslušných manipulácií na obnovenie napájania z uvažovaných zdrojov napájania. Do výcvikových programov personálu JE sú pravidelne zaradené scenáre s obnovovaním napájania bloku. Na obnovenie pracovného, rezervného napájania a núdzových zdrojov sa predpokladá čas 1,5h. Na obnovenie napájania z III.sieťového zdroja sa predpokladá čas 2 hod.

Kompetencie:

- zmenový personál
- personál držiaci pohotovosť
- denní špecialisti privezení na základe požiadaviek TPS.

5.1.1.3.4. Čas k dispozícii pre obnovenie striedavého napájania a obnovenie chladenia pred vznikom poškodenia paliva: uvažovať variantné časové intervaly po odstavení reaktora a stratu normálnych podmienok chladenia AZ (napr. strata vody z primárneho okruhu)

Kapitola nepredpokladá dovoz vody z externých zdrojov a uvedené časy sú časové rezervy, ktoré umožňujú interné zásoby napájacej vody a chladiwa v objekte elektrárne EMO12. Pri pomoci z externých zdrojov sa čas uvažuje ako neobmedzený.

Režimy 1,2,3

Riadenie reaktivity AZ a BSVP:

Pri udalosti total blackout k riadeniu chladiwa čistým kondenzátom nedôjde z dôvodu vysokého tlaku v PO a nedostupnosti takého zdroja. Problémom ostáva potreba udržiavania podchladenia AZ, čo má vplyv na pokles teploty v PO. Keďže EOKO sú bez elektrickej energie, dochádza k prirodzenému poklesu tlaku v PO a postupnej strate minimálneho podchladenia, čo súvisí s potrebou dochladzovania. Keď teplota v PO poklesne pod 245°C, je potrebné začať bórovanie PO, lebo pod teplotou 167°C (14. kampaň II. blok) by mohlo dôjsť k dosiahnutiu teploty sekundárnej kritičnosti, čo znamená stratu podkritičnosti. Možnosť bórovania pri vysokom tlaku v PO bez čerpadiel nie je. Preto sa využije pasívny zdroj chladiwa s obsahom 12g/kg H₃BO₃ – hydroakumulátor, ale je potrebné počkať na pokles tlaku v PO pod 6 MPa, aby sa uplatnil. Potom zastabilizuje tlak v PO na hodnote medzi 5,5 až 6 MPa a stane sa novým KO, pričom pôvodný KO zaplní na tvrdo. Pri udržiavaní podchladenia AZ, HA budú doplňovať chladiwo, ktoré sa v dôsledku dochladzovania PO zmršťuje a zároveň zabúrajú PO, čím zabránia dosiahnutie sekundárnej kritičnosti.

Pre konfiguráciu udalosti, keď jeden z blokov je napájaný z rezervného transformátora a druhý má total blackout, existuje možnosť dodať roztok kyseliny boritej aj čerpadlami KDD11,12AP001, ktoré môžu byť napájané zo susedného bloku cez rezervný transformátor. Týmto čerpadlami je možné PO bórovať a súčasne udržiavať aj zásobu chladiwa v PO, ktorá bude klesať v dôsledku dochladzovania a prípadných malých únikov z PO.

Optimálnym riešením na udržiavanie podkritičnosti je napájanie čerpadiel KDD11,12 z mobilného 0,4kV (6kV) dieselgenerátora pomocou nových kábových trás.

Časová rezerva: Ak blok počas SBO sa nebude vychladzovať pod 240°C, nepríde k poškodeniu paliva z dôvodu straty podkritičnosti. Ak z dôvodu ochrany integrity upchávok po 24h bude blok potrebné vychladzovať pod 238°C bude treba zabezpečiť zvýšenie podkritičnosti AZ dodaním roztoku bóru.

Odvod tepla z PO

Hlavným závažným následkom udalosti black-out je ohrozenie odvodu tepla z PO, ktoré nastane v dôsledku straty NV PG, ktorú nie je možné dodávať bez elektrického napájania. V dôsledku prerušenia dodávky napájacej vody a výpadku HCČ je odvod zvyškového tepla z AZ v režime prirodzenej cirkulácie na úkor postupného úbytku chladiva sekundárneho okruhu. Do straty odvodu tepla z PO na SO má personál bloku, ak využije iba zásobu vody v PG, (cca 300m³) k dispozícii 5 hodiny. Počas tejto doby je potrebné dať príkaz požiarnejmu útvaru na pristavenie a pripojenie mobilného zdroja SH napájania. Na stabilizáciu hladín v dvoch PG je po 5 hodinách od vzniku IU, dostatočný prietok 20 t/hod NV, čo pri kapacite mobilného zdroja 33 t/hod bude možné hladinu vo vybratých PG aj zvyšovať. Odvod tepla, z pohľadu sekundárnej strany, je tým zabezpečený na dobu 10 dní. Úplný rozpad siete je udalosť so spoločnou príčinou s dopadom na oba bloky a v prípade zlyhania všetkých DG na oboch blokoch, jeden mobilný zdroj SH napájania je dostatočný len na jeden blok a až po 24 hodinách po vzniku udalosti je použiteľný pre oba bloky. Podchladenie AZ v prípade EMO nie je kritické, lebo pokles tlaku v PO sa zastaví na 6 MPa z dôvodu vyššieho tlaku v HA a aktívna zóna bude podchladená minimálne 15°C na 260°C (bez dochladzovania), alebo 35°C po dochladení pod 245°C.

Časová rezerva: s dostupným SH mobilným zdrojom, viac ako 10 dní bez vonkajšej pomoci.

Ak mobilný zdroj SH NV z nejakého dôvodu nebude dostupný, hladina v PG bude klesať a po znížení teplovýmennej plochy PG, ktorá sa stane neefektívnou pre odvod zvyškového výkonu AZ, teplota na výstupe AZ začne stúpať a spolu s ňou aj teplota v studenej vetve. Inventár PO spolu s jeho konštrukčnými štruktúrami sa začne entalpicky nasycovať. Tento stav sa charakterizuje ako strata odvodu tepla z PO do SO (narušenie prirodzenej cirkulácie). PO sa začne zvyškovým výkonom reaktora nahrievať a začne rásť tlak v PO z dôvodu zväčšovania objemu chladiva a po dosiahnutí medzi sýtosti z dôvodu varu a vzniku bubliny pod vekom TNR. Po dosiahnutí otváracieho tlaku OVKO, prípadne PVKO, dochádza ďalej postupne k strate chladiva PO a k zhoršovaniu chladenia AZ. Zbytkový výkon reaktora v tejto fáze sa odvádza vyparovaním chladiva PO. Dlhodobá strata odvodu tepla z PO postupne prerastie do straty chladenia AZ. Pokiaľ včas nie je obnovené elektrické napájanie bloku a zahájená dodávka vody do PG, prípadne PO, vedie iniciačná udalosť typu black-out nevyhnutne k poškodeniu paliva.

Na zabránenie tohto fenoménu je možné použiť pasívne gravitačné plnenie PG z NN, ktoré však môže viesť k neprojektovému namáhaniu PG. Gravitačné plnenie PG má obmedzenú kapacitu (vyčerpanie obsahu NN 300m³ po 20h od začiatku gravitačného plnenia). Po vyčerpaní NN je možné pokračovať v dodávke nízkotlakej NV PG na výtlak čerpadiel SHN pomocou mobilných čerpadiel umiestnených na korbe hasičských áut hasičského zboru, ktoré sú schopné vyvinúť tlak 1 MPa.

Na oddialenie poškodenia pokrytia paliva, ak nebol vytvorený prietok napájacej vody hasičskými čerpadlami, je možné ďalej využiť chladivo, ktoré je v HA. Objem chladiva v HA (160t) v optimálnom prípade je schopný zabezpečiť chladenie AZ po dobu 10h. HA pripojené k horúcej zmiešavacej komore v reálnom prípade nebudú využité na chladenie AZ, ale ich objem bude unikať cez OVKO/PVKO bez toho, aby sa zúčastnil chladenia AZ. Reálne preto predpokladáme, že HA zabezpečia chladenie AZ iba po dobu 5h. Vytvorenie podmienok na optimálne využitie chladiva z HA sa vykonalo ešte počas vyparovania PG (vychladenie PO na teplotu zodpovedajúcu tlaku v HA). Ak by po vyčerpaní HA bola TNR zaplnená, objem chladiva v TNR zabezpečí chladenie AZ na dobu približne ďalšie 2 hodiny.

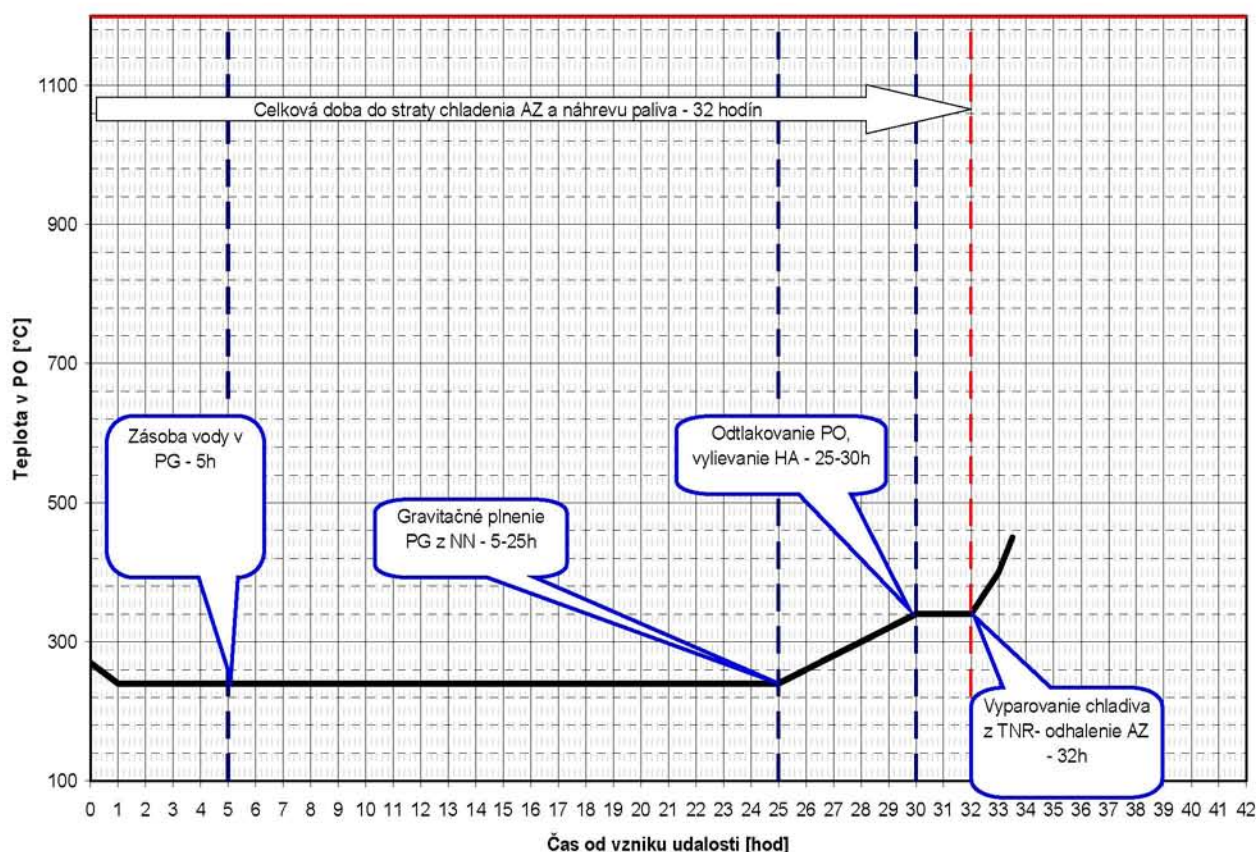
Celkovo ak po blackoute nebudeme uvažovať mobilný zdroj SHN napájania a ani prietok NV pomocou normálnych mobilných čerpadiel hasičského zboru (hasičské autá) a na doplňovanie PG sa využije len pasívne chladivo z obidvoch NN, HA a chladivo v Re, poškodenie paliva AZ môže nastať po 32h

v dôsledku straty chladenia AZ, pričom odstavenie reaktora sa predpokladá v čase vzniku iniciačnej udalosti blackout.

Časová rezerva: 32 hodín bez vonkajšej pomoci

Na základe vykonanej analýzy stres testu, je potrebné pre zabezpečenie dlhodobého spoľahlivého odvodu tepla počas blackoutu realizovať modifikáciu, ktorá umožní dodávku vysokotlaktej napájacej vody do PG cez kolektor SHN **aj pre druhý blok paralelne** (obstarať druhé mobilné SH vozidlo).

Počas blackoutu v dôsledku prípadných únikov a následného nekontrolovateľného poklesu tlaku, na udržanie podchladenia bude potrebné dochladzovanie PO. Spôsobí to pokles hladiny v KO. Na zabezpečenie kontrolovaného odvodu tepla z PO na SO je potrebné udržiavať minimálnu zásobu chladiva v PO. Ak dôjde k poklesu tlaku z dôvodu úniku, čo v dlhodobom horizonte si bude vyžadovať dopĺňať chladivo do PO, najvhodnejšou variantou dopĺňovania PO je použitie čerpadiel KDD11,12AP001, ktoré môžu byť napájané zo susedného bloku cez rezervný transformátor. Týmto čerpadlami je možné PO bórovať a súčasne udržiavať aj zásobu chladiva v PO, ktorá bude klesať v dôsledku dochladzovania a prípadných malých únikov z PO.



Graf 5.1.1- 1.: Priebeh teploty na výstupe AZ počas SBO.

Časová rezerva do poškodenia paliva závisí na scenári udalosti:

1. *s dodávkou NV PG z hasičských čerpadiel – bez obmedzenia za predpokladu tesnosti PO*
2. *bez dodávky NV PG z hasičských čerpadiel s využitím gravitačného plnenia PG - 32h*

Integrita kontajnementu

Počas blackoutu v dôsledku straty TVD a chladiacich systémov kontajnementu nie je zabezpečený odvod tepla z kontajnementu. V závislosti na teplote sa v kontajnemente akumuluje výkon od 2,3 do 1,5MW a preto rastie teplota v kontajnemente. Po 8hod od výpadku elektrického napájania bloku teplota vzduchu v kontajnemente dosiahne 100°. Po zvýšení teploty betónu nad 60°C prichádza k uvoľňovaniu vody z betónu. Podľa Európskej normy Eurocode 2-1-1 pevnosť betónu pri 127°C klesne max o 6%. Do poškodenia paliva (32h po iniciačnej udalosti) teplota v kontajnemente nepresiahne 110°C a tlak 140kPa. Pri týchto hodnotách nepríde k porušeniu integrity kontajnementu.

Ak by počas SBO prišlo k strate chladenia AZ (vyčerpajú sa zdroje dopĺňovania NV do PG), príde k otvoreniu OVKO do kontajnementu, kam sa odvádza okrem tepelných strát PO aj celý zbytkový výkon AZ (predpokladáme 7MW), trend náhrevu kontajnementu sa zvýši približne 3 krát, pričom bude rásť aj tlak v kontajnemente. Integrita kontajnementu by mohla zlyhať pri horení vodíka, kedy po poškodení paliva tlak v kontajnemente môže v špičkách dosiahnuť až 0,7MPa.

Časová rezerva:

- *S dostupnou DEMI vodou a SH mobilným čerpadlom – bez obmedzenia*
- *Bez dostupného SH mobilného zdroja NV – 33 hodín*

Zásoba chladiva v PO

Počas blackoutu nie je k dispozícii dopĺňovanie PO. Na EMO vďaka vyššiemu tlaku v HA (6 MPa) potreba dochladzovania súvisí len s udržiavaním minimálneho podchladenia AZ. Podchladenie klesá z dôvodu neriadeného poklesu tlaku v PO (1,1 MPa /hod) od chladnutia KO. Za 6 hodín je tlak v PO rovnaký ako v HA (6 MPa), ktorý začne preberať funkciu nového KO a dlhodobo stabilizuje tlak v PO na hodnote medzi 5,5 až 6 MPa (pokiaľ nie je únik).

Na doplnenie chladiva do PO v prípade blackoutu iba na jednom bloku je možné dodať roztok kyseliny boritej aj čerpadlami KDD11,12AP001, ktoré môžu byť napájané zo susedného bloku cez rezervný transformátor.

Časová rezerva: neobmedzená

Monitorovanie stavu bloku

Vyššie uvedené funkcie nie je možné monitorovať bez elektrického napájania I. kat.

Od začiatku blackoutu sa vybíjajú akumulátorové batérie I-IV. systému. Projektová kapacita systémových batérií postačuje na 2h prevádzku s projektovou záťažou pri koeficiente súčasnosti 0,75. Tento prístup k stanoveniu kapacity batérií je však nadmerne konzervatívny a na základe nameraných údajov pri uvažovanej záťaži kapacita batérií systémov zaisteného napájania I.kat. vystačí približne na 8-10 h prevádzky. Kapacita batérií IV. systému je vyššia. Šetriacim programom v ECA-0.0 je možné predĺžiť dobu do vybitia AKU batérií. Po dosiahnutí minimálnej kapacity sa batérie musia vypnúť, pretože po úplnom vybití

by sa nevratne poškodili, čo by významne skomplikovalo možnosti obnovenia napájania. Je možné sekvenčné využitie bateriek 1. až 5. systému pomocou káblového prepoja.

EMO má systém monitorovania kapacity batérií, ktorý umožní správne vykonať zásahy na zníženie odberu, pripraviť blok technologicky na stav bez SKR a určiť stav, kedy je potrebné vypnúť napájanie I. kat. zaisteného napájania, prípadne potrebu prechodu na iný systém.

Časová rezerva: po 11 hodinách trvania blackout-u nebude zabezpečené monitorovanie stavu bloku.

Režimy 4,5 – zatvorený Re.

Prevádzkové stavy sú rozdelené podľa toho, či je Re otvorený, alebo zatvorený a či je vo vodovodnom, alebo parovodnom režime. Z dôvodu nedostupnosti el energie v každom prevádzkovom stave ostanú len zariadenia, ktoré je možné ovládať z bateriek, miesta a nezávislé od el. napájania - SH mobilný zdroj vody. Konfigurácia zariadení je veľmi limitovaná a pre všetky je potrebné prejsť do parovodného odvodu zbytkového výkonu.

Riadenie reaktivity AZ :

V režimoch 4, 5 je v PO vytvorená odstavňá koncentrácia kyseliny boritej, a preto je možné považovať závery hodnotenia riadenia reaktivity v AZ pri SBO v režime 1,2,3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre SBO v režimoch 4,5.

Časová rezerva: neobmedzená

Odvod tepla z PO

V režimoch 4,5 pred iniciačnou udalosťou odvod tepla z PO bol v parovodnom, alebo vodovodnom režime, alebo v štádiu prechodu na vodovodný režim. V prípade SBO v režimoch 4,5 nie je možné pokračovať v odvode tepla z PO vo vodovodnom režime, ktorý nie je možný bez elektrického napájania. Preto je potrebné prejsť na parovodný režim, čo si vyžaduje zdrenážovanie systému dochladzovania a nahriatie PO na teplotu, pri ktorej sa v PG začne tvoriť para, ktorá dostatočne odvedie zbytkové teplo z AZ.

Zásoba chladiva v PG v režimoch 4,5 je vyššia, ako v režimoch 1,2,3. V režimoch 4,5 zbytkový výkon AZ vzhľadom na dlhšiu dobu od odstavenia reaktora bude nižší, čo predĺži čas vysušovania PG a prechod na dlhodobé napájanie pomocou DEMI a SH mobilného zdroja. V prípade neúspechu, sa využije gravitačné plnenie PG z NN. Po vyčerpaní týchto objemov ostáva využitie chladiva v PO s následným odparením cez OVKO až do poškodenia AZ.

Sumárny čas pre scenár bez úspešného pripojenia na mobilné SH napájanie je teda: 2,7 dňa. a s úspešným pripojením na SH nádrže DEMI vody je 13 dní.

Časová rezerva: 13 dní s použitím mobilného SH napájania a 2,7 dňa iba s obsahom PG a NN.

Integrita kontajneru

V režimoch 4,5 je teplota chladiva v PO a štruktúr PO nižšia ako v režimoch 1,2,3 a tiež zbytkový výkon AZ vzhľadom na dlhšiu dobu od odstavenia reaktora bude nižší. Teplota PO pre všetky obnovacie činnosti sa znižuje pod 115 °C a tak k prehriatiu a natlakovaniu kontajneru nedôjde. V režime 5 a 6 je kontajner otvorený na Re sálu Z týchto dôvodov je možné konštatovať, že k ohrozeniu integrity kontajneru dôjde.

Časová rezerva: neobmedzená

Monitorovanie stavu bloku

V režimoch 4,5 sa nepredpokladajú vyššie výkonové odbery z akumulátorových batérií I-IV systému, a preto je možné považovať závery hodnotenia udržateľnosti monitorovania stavu bloku pri SBO v režime 1,2,3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre SBO v režimoch 4,5.

Režim 6

Riadenie reaktivity AZ a BSVP:

V režime 6 je v PO vytvorená odstavňá koncentrácia kyseliny boritej, a preto sa neočakávajú problémy s udržaním podkritičnosti AZ. Pri obnovovacích činnostiach dochádza k odparu chladiva a tak sa koncentrácia kyseliny boritej bude postupne zvyšovať. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia riadenia reaktivity v AZ pri SBO v režime 1,2,3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre SBO v režime 6.

Časová rezerva: neobmedzená

Odvod tepla z PO

V režime 6 je PO odtlakovaný a môže byť aj otvorený (je zrušená tlaková hranica PO). Odvod tepla z PO pred udalosťou bol vo vodovodnom režime. Po SBO nie je možné pokračovať v odvode tepla z PO vo vodovodnom režime, ktorý nie je možné udržať bez elektrického napájania. Ak v režime 6 v PO sú otvorené iba odvodušenia PO, ktoré môžu byť následne zatvorené, pre hodnotenie odvodu tepla z PO pre SBO je aplikovateľné hodnotenie pre režimy 4,5.

Ak však PO je otvorený (je demontovaná niektorá deliaca rovina, teda je zrušená tlaková hranica PO), možnosti odvodu tepla z PO sú obmedzené.

Varianty odvodu tepla:

- Bez zásahu OTPBD:

Konzervatívny čas pre otvorený Re, **bez zásahu operátora** s počiatočným objemom chladiva 200 mm pod HDR TNR dôjde k taveniu AZ po 8,9 hodine.

- So zásahom OTPBD:

odvod tepla z AZ v režime varu v AZ (v princípe metóda F&B), pričom para sa odvádza do RS. Do PO sa dopĺňa chladivo gravitačným plnením zo žľabov JMP. Využitie objemu žľabov musí počítať aj s potrebou BSVP, ktorý na dobu 4 dní potrebuje tiež adekvátnu zásobu chladiva.

Časová rezerva: 4 dni bez vonkajších zdrojov so zásahom OTPBD.

Kombinovaný F&B a odvod tepla cez PSA. Na zvýšenie tlaku na výstupe z AZ sa využije hydrostatický tlak zvýšením hladiny v TNR na maximum, gravitačným plnením zo žľabov JMP a prejde sa na odvod tepla v parovodnom režime. Časť zbytkového výkonu AZ sa odvádza parou z PG cez PSA a do Re sály, z otvoreného PO uniká iba menšie množstvo pary (40%). Odvod tepla z PG (60%) sa realizuje na úkor zásoby chladiva v PG a jeho dopĺňovania buď gravitačným plnením z NN, alebo mobilným SH napájaním. Hladina v TNR sa udržiava gravitačným plnením z horných žľabov JMP, pričom pri nízkej hladine v TNR sa môžu využiť aj nižšie položené žľaby. V reálnom prípade bude k dispozícii chladivo z 9 žľabov JMP žľabov.

Časová rezerva: 12 dní bez vonkajších zdrojov so zásahom OTPBD.

Integrita kontajnementu

V režime 6 je zrušená tlaková hranica kontajnementu a nemôže prísť k ohrozeniu integrity kontajnementu.

Monitorovanie stavu bloku

V režimoch 6 sa nepredpokladajú vyššie výkonové odbery z akumulátorových batérií I-IV systému, a preto je možné považovať závery hodnotenia udržateľnosti monitorovania stavu bloku pri SBO v režime 1,2,3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre SBO v režime 6.

5.1.2. Možné opatrenia pre zvýšenie odolnosti elektrárne v prípade straty elektrického napájania

Pri hodnotení bezpečnostných rezerv projektu JE EMO pri SBO sa preukázala schopnosť projektu elektrárne zabezpečiť ochranu bariér pri danom type udalosti počas pomerne dlhého času, ktorý poskytuje dostatočnú časovú rezervu na vykonanie zásahov accident managementu na obnovenie napájania elektrárne. Napriek odolnosti projektu elektrárne je možné na základe testov a analýz zvýšiť bezpečnosť elektrárne pri uvažovanej udalosti realizovaním nasledujúcich úprav:

1. Zabezpečiť možnosť rozdelenia osvetlenia na bloku na úseky a vymeniť žiarovky za úsporné, na úsporu kapacity systémových 220 V bateriek.

Cieľ: predĺžiť životnosť bateriek I. kat ZN.

2. Technicky vyriešiť a káblovým predprípraviť možnosť mechanického prepojenia bateriek pri total blackout medzi systémami.

Cieľ: Využiť dostupnú kapacitu všetkých bateriek na predĺženie životnosti SKR a technológie.

3. Zabezpečiť ešte jeden mobilný zdroj SH NV (pre každý blok) do rozvodu SHN. Možnosť pripojiť sanie na nádrže DEMI 3x800 m3, s rovnakými nátrubkami aj pre EBO a EDU (možnosť spoločného využitia).

Cieľ: Obnoviť odvod zvyškového tepla z PO na SO pre každý blok samostatne.

4. Zabezpečiť terénnu mobilnú elektrocentrálu 0,4kV pre každý jadrový blok.

Cieľ: obnoviť el. napájanie ZN 1. kategórie pre dobíjanie bateriek.

5. Zabezpečiť ovládanie JMP armatúr v kontajmente a izolačných armatúr HA zo zaisteného napájania.

Cieľ: umožniť pripojenie gravitačných a pasívnych zdrojov chladiva.

6. Ovládanie armatúr na bloku pri total blackoute pre armatúry bez I. kat. zaisteného napájania – pomocou malého prenosného motorového trojfázového generátora 0,4 kV (max 7kW).

Cieľ: umožniť ľubovoľné manipulácie armatúr po úplnej strate el. napájania.

7. Zabezpečiť dlhodobú prevádzkyschopnosť komunikačných prostriedkov pre OTPBD a obslužný zmenový personál.

Cieľ: Pri ručných manipuláciách koordinovať dlhodobú činnosť.

8. Pripraviť mobilné meracie prostriedky schopné využívať stabilné meracie čidlá bez elektrického napájania.

Cieľ: Zabezpečiť dlhodobú základnú informáciu bloku.

9. Vypracovať prevádzkovú inštrukciu na možnosť využitia DG inštalovaných v Levickej rozvodni pre prípad SBO.

Cieľ: Pre obnovovacie činnosti po SBO a rozpade siete.

5.1.3. Strata konečného recipienta tepla

Konečným recipientom tepla v projekte JE Mochovce 1,2 je okolitá atmosféra (vzduch), do ktorej sa odvádza zbytkové teplo buď priamo parou (PSA PG, PVP) alebo prostredníctvom iných systémov (TVD, CV). Do systému TVD sa odvádza aj teplo zo spotrebičov, u ktorých sa požaduje nepretržitá dodávka chladiacej vody. Odvod tepla z AZ, BSVP a kontajneru v jednotlivých prevádzkových režimoch do TVD a CV je zabezpečený rôznymi systémami:

Tab. 5.1.3- 9.: Odvod tepla z AZ, kontajneru, BSVP:

	Režim bloku	Konfigurácia systémov	Sprostredkujúci systém	UHS
Odvod tepla z AZ				
Primárny UHS	R1,R2,R3,R4,R5	PO+PG+ENČ+PSK+HK	CV	atmosféra
Primárny UHS	R3,R4,R5,R6	PO+PG+TK+DČ	TVD	atmosféra
Primárny UHS	R3,R4,R5	PO+PG+SHN+PSA	x	atmosféra
Primárny UHS	R5/R6	PO+RHR (JNB)	TVD	atmosféra
Alternatívny UHS	R3,R4,R5	PO+JNF+OVKO	TVD	atmosféra
Alternatívny UHS	R6	akumulácia	x	x
Alternatívny UHS	R6	PO (+21m)+PG+PSA	x	atmosféra
Odvod tepla z kontajneru				
Primárny UHS	R1,R2,R3,R4,R5	KLA 10,11	TVD	atmosféra
Primárny UHS	R6	KLA 41,71	x	atmosféra
Alternatívny UHS	R3,R4,R5,R6	Akumulácia	x	x
Odvod tepla z BSVP				

5. STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A KONEČNÉHO ODVODU TEPLA

Primárny UHS	R1,R2,R3,R4,R5,R6	FAK11,12	TVD	atmosféra
Alternatívny UHS	R1,R2,R3,R4,R5,R6	Akumulácia	x	x

Z tabuľky vyplýva, že pri výpadku TVD sa preruší reťazec systémov zúčastňujúcich sa odvodu tepla z AZ, kontajmentu a BSVP do konečného recipientu tepla aspoň v jednom režime. Z toho vyplýva, že pre zabezpečenie súčasného dlhodobého odvodu tepla z AZ, kontajmentu a BSVP aspoň v jednom režime bloku je nevyhnutná prevádzkyschopnosť systému TVD. Za reprezentatívnu obálkovú udalosť predstavujúcu stratu UHS je možné považovať úplnú, okamžitú a dlhodobú stratu prevádzkyschopnosti všetkých 3 okruhov systému TVD. Z hľadiska dopadu na zabezpečenie bezpečnostných funkcií je takáto komplexná udalosť konzervatívne pokrytá analýzou udalosti SBO v kap. 5.1.1. Reálnym prípadom vedúcim k zlyhaniu UHS je strata SBO (ktoré je analyzované zvlášť), strata surovej vody (najhorší prípad z pohľadu odparu TVD a CV), strata TVD a seizmická udalosť, keď nie je k dispozícii sekundárny okruh.

Z technického hľadiska sa nepredpokladá strata okolitej atmosféry ako príčina straty konečného recipientu tepla. Popis TVD je riešený v rámci kapitoly 1.3.2.

5.1.3.1. Projektové opatrenia na zabránenie straty primárneho konečného recipienta tepla, ako napr. náhradných vpustí morskej vody alebo systémov na zabránenie zablokovania vpustí

Systém TVD je podporným systémom bezpečnostných systémov chladenia AZ a má zabezpečiť nielen posledný (ultimatívny) systém odvodu tepla, ale má zabezpečiť aj chladenie všetkých spotrebičov, u ktorých sa požaduje nepretržitá dodávka chladiacej vody.

Systém TVD je projektovaný ako redundantný 3x100%. Systém TVD je odolný voči jednoduchej poruche (jednej jednoduchej poruchy aktívnych zariadení na blok alebo jednej jednoduchej poruchy tlakových pasívnych zariadení na obidva bloky) a poruche so spoločnou príčinou (požiar, zaplavenie, seizmické účinky, interakcie od vysokoenergetických potrubí, letiace úlomky, pád bremena, podmienky okolia a extrémne klimatické podmienky).

Systém TVD tvoria tri samostatné okruhy nadväzujúce na príslušný bezpečnostný systém. Každý okruh TVD je koncipovaný ako cirkulačný okruh s otvoreným bazénom s nútenou cirkuláciou, chladiacimi vežami a s trvalým doplňovaním strát vody. Každý okruh je tvorený čerpacou stanicou (2 čerpadlá na blok (2x100%), VCHV (2x100%), prepojovacím potrubím z bazénu VCHV do bazénu čerpadiel TVD, zásobnou nádržou technickej vody, rozvodnými potrubiami ku chladeným zariadeniam. Každý systém TVD je napájaný z inej sekcie zaisteného napájania II. kategórie v súlade s napájaním nezávislých okruhov havarijného chladenia aktívnej zóny. Systém TVD je spoločný pre oba bloky JE v časti bazénov čerpadiel TVD, hlavných prírodných a vratných potrubných rádo. V dôsledku toho susedný blok môže plne pokryť požiadavky na chladenie TVD aj v prípade výpadku systému na vlastnom bloku. Dvojblokové riešenie okruhov TVD na úrovni uzla čerpadiel TVD a VCHV zvyšuje spoľahlivosť systému, pretože vzhľadom na projektové riešenie napájania čerpadiel TVD a ventilátorov VCHV z oboch blokov a postačujúcej kapacity 2/4 na jeden okruh TVD, je pravdepodobnosť neprevádzkyschopnosti celého systému nižšia ako v prípade jednoblokového riešenia.

Systém TVD nadväzuje na zariadenia mimo areálu JE, ktoré podporujú jeho prevádzkyschopnosť. Najvýznamnejšie z týchto zariadení z hľadiska prevádzkyschopnosti TVD je systém dodávky surovej vody do areálu JE Mochovce, ktorý je projektovaný ako prevádzkový systém s dvojitou mierou redundancie z odberného miesta Malé Kozmálovce na rieke Hron. Zariadenia zabezpečujúce dodávku vody do JE EMO sú chránené pred upchatím prívodu a zamrznutím citlivých častí systému. Systém prídavnej vody je

prevádzkový systém, nezodolnený proti nadprojektovým externým udalostiam bez seizmickej klasifikácie. Vzhľadom na túto skutočnosť hlavným spôsobom zabezpečenia JE proti strate UHS na úrovni zdrojov vody v JE je zásoba vody v areáli JE – v bazénoch TVD a CV. Celkovo v areáli JE je zásoba využiteľnej vody v CV 44 000 m³ a 4830 m³ vo všetkých systémoch TVD.

5.1.3.2. Strata primárneho konečného recipienta tepla (napr. strata prívodu chladiacej vody z rieky, jazera alebo strata hlavných chladiacich veží)

Vzhľadom na projektové riešenie systému TVD strata konečného recipienta tepla môže nastať iba pri súčasnom výpadku, respektíve postupnej strate všetkých systémov TVD na oboch blokoch. K úplnému výpadku všetkých systémov TVD na oboch blokoch príde pri blackoute, poruchách so spoločnou príčinou (zlyhanie SKR), alebo k nemu môžu viesť nadprojektové udalosti ako nadprojektová záplava, nadprojektové zemetrasenie, požiar, zosuv pôdy, sabotáž, pád lietadla.

Z hľadiska hodnotenia robustnosti elektrárne pri poruchách v systéme TVD je potrebné analyzovať aj udalosti, ktoré spôsobia degradáciu chladiacej schopnosti TVD, alebo degradáciu prevádzkových podmienok systému TVD, ktorá konečne môže viesť až k potrebe odstavenia systému. Jedná sa o poruchy chladiacich veží systému TVD a dlhodobý výpadok prívodu surovej vody do areálu JE.

Dlhodobá strata prívodu surovej vody do areálu JE

Zásoba chladiva v systéme TVD klesá v dôsledku únikov, odparu a úletu. Potrebná zásoba chladiva v TVD sa udržiava dopĺňovaním surovej filtrovanej vody z ČS na Hrone v Malých Kozmálovciach akumulovanej v akumulačných komorách vodojemu 2x6150 m³. Okrem tohto prívodu je možné dopĺňať TVD zo systému CV. Všetky uvedené zdroje nemajú seizmickú kvalifikáciu, a preto po projektovej seizmickej udalosti sa predpokladá ich zlyhanie. Čerpadlá TVD majú seizmickú odolnosť.

Strata zdroja surovej vody – využitie objemu vody vo vlastnom systéme TVD.

Po výpadku doplnovacej surovej filtrovanej vody do TVD bude klesať hladina vody v systéme TVD. V priestoroch okruhu TVD je vytvorená celková zásoba vody 4853 m³, rozložená po systémoch.

Strata chladiva z okruhu TVD je rozdielna a závisí od prevádzkového režimu, kedy došlo k nedostupnosti surovej vody a obnovovacích činností.

Pre UHS môžeme uvažovať stavy so stratou surovej vody :

- pri prevádzke bloku na N_{nom} .
- pri seizmickej udalosti s odvodom tepla cez PSA a následne cez RHR PO
- Total blackout (SBO) (riešené v kap. 5.1.1.)

Z pohľadu rýchlosti poklesu hladiny je najnepriaznivejšia varianta pri prevádzke bloku na N_{nom} s potrebou odstavenia bloku. Predpokladá s nemožnosť opätovnej obnovy dodávky surovej vody a preto sa okamžite odstaví oba reaktory z režimu 1 (N_{nom}) do režimu 2 (do 6 hodín), potom sa počas 8 hodín vytvára odstavná koncentrácia a po jej vytvorení sa odvádza zbytkový výkon bloku pomocou:

- PSK do HK do CV a do atmosféry,
- cez PSA priamo do atmosféry, kde je dostatočná zásoba DEMI vody na 10 dní.

Prvá varianta je bez dochladzovania bloku a druhá po seizmickej udalosti s dochladením na RHR (JNB) primárneho okruhu.

Po výpadku doplňovania prívodu surovej vody do TVD bude klesať hladina vody v systéme TVD. Nominálna hladina v systémoch TVD je -1m. Minimálna hladina v systéme TVD, pri ktorej je potrebné ručne odstaviť pracujúce čerpadlá je -3,8m. Celková využiteľná zásoba vody TVD medzi hladinami v bazéne ČTVD -1m až -3,8 m je pre všetky tri systémy 4853 t.

Preukázalo sa, že zásoba vody v systémoch TVD je dostatočná na krytie strát z TVD po dobu 3 dní od prerušenia doplňovania prívodu surovej vody do TVD, pre analyzovanú variantu bez dochladzovania, ako aj pre variantu po seizmickej udalosti s dochladzovaním. Po tejto dobe je nutné zabezpečenie doplňovanie bazénov TVD z alternatívnych zdrojov, s cieľom zabrániť odstaveniu systémov TVD.

Zdroj surovej vody – využitie Cirkulačnej Vody (CV).

Na základe výstupov z BO S15 bol spracovaný predpis umožňujúci náhradné doplňovanie systému TVD pri dlhodobom výpadku napájania v sieti vlastnej spotreby. Je riešené s mobilným čerpacím agregátom nezávislým na elektrickom napájaní, ktorý je pripojiteľný svojim saním na systém cirkulačnej vody, z ktorej je možné využiť **zo 4 CV** objem **44 000m³**.

Veľká časť objemu sa využije na plynulé odstavenie **dvoch Re** zo 100% Nnom do režimu 2 (6 hod) a na vytváranie odstavnej koncentrácie (8 hod). Po troch dňoch ostáva v systéme CV **13 620 m³ vody pre využitie na TVD, čo postačuje na ďalších 9,4 dňa.**

Pre variantu okamžitého odvodu tepla cez PSA (PG sú plnené pomocou SHN) s dochladením bloku na RHR (JNB) primárneho okruhu voda z CV nebola využívaná a tak je k dispozícii celá kapacita bazénov **44 000m³**, čo je **zásoba na ďalších 30,5 dňa**. Ak pripočítame 3 dňovú zásobu surovej vody v systéme TVD, potom zásoba TVD pre oba bloky spolu s uvažovaním cirkulačnej vody prečerpávanej mobilným čerpadlom je na 12 až 33 dní.

Zásoba vody v bazénoch CV nemusí byť dostupná v prípade seizmickej udalosti a preto ďalšou možnosťou je využitie zásob vody mimo areálu elektrárne automobilovými cisternami.

Zdroj surovej vody – dovoz vody z externých zdrojov.

Pre prípad vyčerpania vody z CV, alebo nedostupnosti mobilného doplňovania z cirkulačných rádov, je možné pokryť požiadavky na surovú vodu pomocou požiarnej Cisternovej Automobilovej Striekačky (CAS). Počty CAS sú uvedené v predpise – Doprava surovej vody mobilnými prostriedkami CAS (BO-S15) a je vňom riešená aj logistika vozidiel na neobmedzenú dobu.

Poruchy chladiacich veží systému TVD

Ventilátorové chladiace veže TVD priamo zabezpečujú odvod tepla zo systému TVD do konečného recipientu tepla (atmosféry). Požiadavky na prevádzku ventilátorových chladiacich veží závisia na teplote atmosféry a menia sa v závislosti v priebehu ročného obdobia. Chladiace veže každého systému TVD sú štvorčlánkové, pričom na bezpečnú prevádzku systému postačuje prevádzka 2 článkov (2x100%). Pri výpadku väčšieho počtu chladiacich veží sa teplo začne hromadiť v systéme TVD a príslušný systém TVD sa bude musieť odstaviť. Vzhľadom na projektové riešenie systému TVD, ktorý je v časti VCHV spoločný pre oba bloky, susedný blok môže plne pokryť požiadavky na chladenie TVD aj v prípade poruchy 2 zo štyroch VCHV na danom systéme. K strate konečného recipientu tepla v dôsledku porúch VCHV by potom mohlo prísť iba ak ani na jednom systéme TVD by neboli v prevádzke aspoň dva články VCHV. Ak by však aspoň na dvoch systémoch TVD zostala v prevádzke aspoň jedna VCHV, k strate konečného recipientu tepla by

neprišlo, pretože redukovaná kapacita pracujúcich dvoch systémov by stačila pokryť požiadavky na chladenie. V zimnom období je odvod tepla dostatočný aj bez pracujúcich ventilátorov.

Integrita upchávok HCČ po strate chladenia

V prípade straty TVD nebude zabezpečené chladenie upchávok HCČ v dôsledku straty prietoku upchávkového vody HCČ, straty prietoku TVD cez chladiče vloženého okruhu HCČ (KAA10) a straty doplnovacích (KBA) čerpadiel, čo v dlhodobom horizonte môže spôsobiť únik chladiva PO cez trasu beztlakového odvodu z upchávky HCČ. Prestupom tepla cez nechladenú tepelnú bariéru HCČ sa postupne začne zvyšovať teplota upchávok HCČ. V dlhodobom horizonte nechladenie upchávok by mohlo spôsobiť únik chladiva z PO a tak na základe **pripomienok a doporučení IAEA-EBP-WWER-03** bola pre JE Mochovce vykonaná analýza (v rámci bezpečnostného opatrenia S03) a následne experiment pre 24 hodinovú výdrž (testy uskutočnila Ruská spoločnosť "Energonassos TKBM" v marci 1997 v zariadení Sosnovy Bor.) na udržanie integrity uzla upchávok HCČ.

Po výpadku chladenia HCČ prestupom tepla cez nechladenú tepelnú bariéru HCČ sa postupne začne zvyšovať teplota upchávok HCČ. Ak teplota upchávkového bloku dosiahne určitú kritickú hodnotu, alebo ak upchávkový blok bude dlhodobo vystavený pôsobeniu vysokej teploty, upchávky HCČ by mohli stratiť schopnosť tesniť.

Pred uskutočnením experimentu spracovali ruské inštitúty niekoľko štúdií a analýz, ktoré slúžili na spracovanie programu experimentu.

Samotná skúška sa uskutočnila v marci 1997 v Rusku na skúšobnom stende výrobcu čerpadiel. Bolo použité rovnaké cirkulačné čerpadlo, ako je namontované v elektrárni

Výsledky testov ukázali, že upchávka HCČ bola dostatočne tesná počas 24 hodinového testu pri podmienkach SBO a zatvorenom odvode organizovaného úniku. Revízia vykonaná po skončení testu nezistila žiadne významné poškodenie upchávky, hlavne čo sa týka rozmerov a tesnosti.

Porovnanie výsledkov testov s predtým vykonanými výpočtami potvrdilo predvídané správanie sa upchávok HCČ, na upchávke sa stabilizovali teploty po 6 hodinách nasledovne:

- výstup z autonómneho okruhu na 190°C
- vstup do autonómneho okruhu 175°C
- teleso upchávok max. na hodnote nameraná 128°C, výpočtová 170°C

Keďže teploty až do 24 hod boli bez zmeny a teplotu na výstupe z AZ je možné počas celého tranzientu držať stabilnú, jediný parameter, ktorý ovplyvňuje rast teploty je teplota na palube HCČ. Z dlhodobých priebehov krivky je možné predpokladať, že pri telese upchávok výpočtová hodnota 170°C bude dosiahnutá až po ďalších 24 hodinách.

Pri dostupnosti internej a externej (CAS) surovej vody bude možné udržať systém TVD prevádzkyschopný a bude dochladzovaný do nižších režimov, v ktorých teplotná a tlaková záťaž na upchávky HCČ je nižšia a tým je možné udržať integritu PO aj po 24 hodinách.

5.1.3.2.1. Dostupnosť náhradného konečného recipienta tepla

V prípade výpadku všetkých systémov TVD je možné odvádzať zvyškové teplo z AZ priamo parou (cez PSA PG, PVP) do atmosféry alebo prostredníctvom iných systémov nezávislých od TVD (PSK, redukčné stanice pary), pričom do PG musí byť zabezpečený prietok NV. Prietok NV do PG zabezpečuje

SHNČ z 3 nádrží DEMI vody. V tomto zmysle náhradný konečný recipient je normálny systém odvodu tepla z AZ pomocou PG a reguláciou tlaku pomocou PSA. Tento spôsob odvodu je plne využiteľný pre režimy 1 až 5. V režime 6 otvoreného reaktora sa zbytkový výkon z AZ dá odvádzať počas limitovanej doby plnením BVP zo zásobných objemov chladiva PO (objem chladiva v PO, JNG/JNF nádrže, chladivo zo žľabov JMP) a po náraste hladiny na +21 m a vytvorení gravitačného tlaku nad AZ, zabezpečiť odvod pary cez PSA v kombinácii s vyparovaním chladiva z BVP do Re sály.

Odvod tepla prostredníctvom náhradného systému však nezabezpečí odvod zbytkového výkonu z pomocných technologických systémov (chladenie medziokruhov, ventilačných systémov...), a preto nie je plnohodnotnou náhradou TVD. Zabezpečí však stabilizáciu teploty na výstupe z AZ bez externých zdrojov NV na dobu viac ako 10 dní.

5.1.3.2.2. Možné časové obmedzenia pre pohotovosť náhradného konečného recipienta tepla a posúdenie možností predĺžiť čas pohotovosti

Projekt JE Mochovce okrem normálneho (PSK) a ultimatívneho odvodu tepla prostredníctvom TVD (cez techn. kondenzátor, RHR – JNB) má navrhnutý ďalší náhradný systém pomocou PSA a SHN (stabilný/mobilný) po seizmickej udalosti.

Doba udržateľnosti tohto režimu je obmedzená. Elektrárň má zásobu chladiva pre SHN čerpadlá **na 10 dní pre oba bloky**. Po tejto dobe na zabezpečenie odvodu tepla z AZ je potrebné zabezpečiť doplňovanie týchto nádrží z externého zdroja. Projekt neuvažuje súčasnú nedostupnosť SHNČ na oboch blokoch a jeden mobilný zdroj v prvých 24 hodinách nie je dostatočný pre dva bloky.

Ak po strate TVD zlyhajú alebo sa vyčerpajú aj uvedené metódy udržiavania polohorúceho stavu PO t.j. príde k vyčerpaniu zásob chladiva pre doplňovanie PG, alebo sa ich nepodarí zriadiť, začne klesať hladina v PG. Nominálna zásoba chladiva v 6 PG môže odvádzať teplo z PO po dobu 5h. Po vysušení PG je možné pokračovať v pasívnom gravitačnom plnení PG z NN. Gravitačné plnenie PG má obmedzenú kapacitu a po vyčerpaní oboch NN je možné pokračovať v dodávke nízkotlakej NV PG na výtlak čerpadiel SHN pomocou mobilných čerpadiel hasičského zboru, alebo využiť dostupné SH mobilné čerpadlo susedného bloku.

5.1.3.3. Strata konečného recipienta tepla a náhradného recipienta tepla

Systém TVD v niektorých režimoch zabezpečuje odvod zbytkového výkonu z AZ, a vo všetkých režimoch zabezpečuje odvod tepla z BSVP a kontajnementu. Ďalej poskytuje podporné služby pre zariadenia, ktoré zabezpečujú riadenie reaktivity, a chladenie AZ. Výpadok všetkých systémov TVD má preto závažné dôsledky na riadenie reaktivity v AZ a BSVP, odvod tepla z AZ, BSVP a integritu kontajnementu. Po výpadku všetkých systémov TVD nebude k dispozícii chladenie nasledujúcich systémov:

DG, havarijných systémov chladenia AZ (JNF/JNG), sprchových systémov JMN, chladičov BSVP, vzduchotechniky v príslušných miestnostiach. Ďalej príde k strate chladenia všetkých prevádzkových systémov chladených TVD: chladičov recirkulačných systémov kontajnementu KLA10,11, vzduchotechniky hermetických miestností, chladenia systému normálneho doplňovania PO KBA, chladičov medziokruhov KAA10,30, spaľovania vodíka, HNČ, systému dochladzovania PO (dochladzovacích čerpadiel a technologických kondenzátorov, CHUV, kompresorovej stanice.

Systémy, ktorých prevádzka si priamo nevyžaduje činnosť TVD (napr. vzduchotechnika) môžu zostať v prevádzke, aby zabezpečovali rovnomerný náhrev komponentov. Ostatné systémy sa budú musieť odstaviť, aby sa zabránilo ich poškodeniu.

Výpadok všetkých systémov TVD v prípade straty normálneho odvodu tepla z AZ prerastie až do straty chladenia AZ a v dlhodobom horizonte strata TVD môže viesť aj k ohrozeniu Integrity kontajneru.

Režimy 1,2,3

Riadenie reaktivity AZ:

Po výpadku TVD nebudú k dispozícii projektové systémy na vytvorenie odstavnej koncentrácie kyseliny boritej v PO (KBA, KBJ, KDD, resp. JNF). Ak nebola vytvorená odstavná koncentrácia v PO v čase vzniku iniciačnej udalosti, je možné ju vytvoriť čerpadlami KDD11,12. Týmto čerpadlami bude možné udržiavať aj zásobu chladiva v PO, ktorá bude klesať v dôsledku únikov z PO po odstavení normálneho dopĺňovania PO.

Po výpadku TVD, ak nebude kombinovaný s inými udalosťami a ak systém KDD11,12 zostane prevádzkyschopný, riadenie reaktivity v AZ bude zabezpečené v dostatočnom rozsahu.

Časová rezerva: Pri strate UHS nepríde k strate podkritičnosti.

Odvod tepla z AZ

Po výpadku TVD, či už z dôvodu straty surovej vody (po 72 hod), alebo nedostupnosti TVD ako systému, nie je k dispozícii systém dochladzovania PO, systém RHR primárneho a sekundárneho okruhu a nie je možné teplo z AZ odvádzať ani v režime primárneho Feed&Bleed. V dôsledku straty TVD nie sú prevádzkyschopné systémy vysokotlakého dopĺňovania PO (KBA, JNF) a na udržiavanie minimálnej zásoby chladiva v PO potrebnej na odvod tepla z PO na SO sú k dispozícii iba čerpadlá KDD11,12AP001.

Odvod tepla z AZ cez SO je možné udržiavať normálnym systémom odvodu tepla z PG cez PSK v HK do CV a konečne do atmosféry. Na dopĺňovanie PG sa budú musieť využívať normálne napájacie čerpadlá, alebo SHNČ, pretože havarijné napájacie čerpadlá v dôsledku straty TVD nebudú prevádzkyschopné. Pri odvode tepla z AZ na PSK resp. PSA / PVPG nie je možné dochladiť blok do studeného stavu a udržať ho v tomto stave, ale je možné PO udržiavať na teplote (polohorúci stav), pri ktorej sa v PG bude tvoriť para v rozsahu teplôt od nominálnej až po 100°C. V prípade odvodu tepla na PSK dĺžka doby, po ktorú je možné zachovať tento spôsob odvodu tepla, je obmedzená dostupnosťou vody v CV.

Ak stratu TVD spôsobila nadprojektová udalosť (nadprojektové zemetrasenie, záplava, alebo dlhodobá strata dopĺňovania prídavnej vody) je veľmi pravdepodobné, že nebude prevádzkyschopný normálny systém odvodu tepla. V takomto prípade po výpadku TVD sa zbytkový výkon z AZ bude odvádzať odvodom pary z PG cez PSA PG/ PVPG priamo do atmosféry, pričom PG sa budú dopĺňovať čerpadlami SHN. V tomto režime tiež nie je možné dochladiť blok do studeného stavu a udržať ho v tomto stave, ale je možné PO dlhodobo udržiavať na teplote (polohorúci stav), pri ktorej sa v PG bude tvoriť para. Doba udržateľnosti tohto režimu je obmedzená.

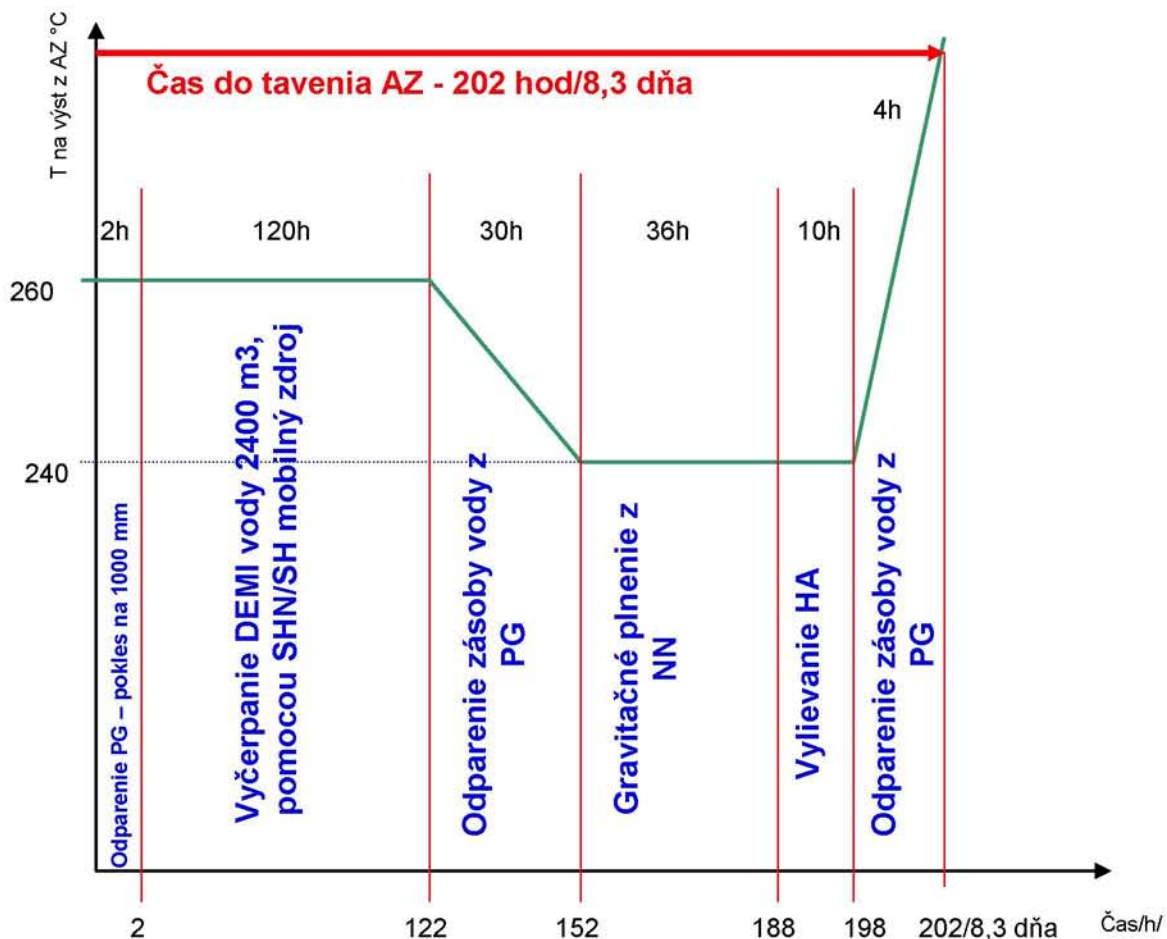
Elektrárň má zásobu chladiva pre SHN čerpadlá na viac ako 10 dní pre oba bloky, ak sa predpokladá zásoba 2400 m³ v troch nádržiach DEMI vody na blok. Po tejto dobe na zabezpečenie odvodu tepla z AZ je potrebné zabezpečiť dopĺňovanie týchto nádrží z externého zdroja v množstve približne 7 t/h na jeden blok. Projekt neuvažuje súčasnú nedostupnosť SHNČ na oboch blokoch a jeden mobilný zdroj v prvých 24 hodinách nie je dostatočný pre dva bloky.

Ak po strate TVD zlyhajú, alebo sa vyčerpajú aj uvedené metódy udržiavania polohorúceho stavu PO t.j. príde k vyčerpaniu zásob chladiva pre dopĺňovanie PG (po 10 dňoch od odstavenia reaktora) a nie je možné zabezpečiť NV z externých zdrojov, preto začne klesať hladina v PG. V tomto čase nominálna zásoba chladiva v 6 PG po strate prietoku SHN je dostatočná na odvod tepla z PO po dobu 35h. Po

vysušení PG je možné na odvod tepla využiť gravitačné plnenie PG. Gravitačné plnenie PG má obmedzenú kapacitu a môže viesť aj k neprojektovému namáhaniu PG, pri ktorom môže prísť k porušeniu integrity tlakovej hranice PO v PG. Po vyčerpaní oboch NN je možné pokračovať v dodávke nízkotlakej NV PG na výtlak čerpadiel SHN pomocou CAS hasičského zboru.

Ak po vyčerpaní oboch NN (po cca 40 hod po zahájení gravitačného plnenia) by sa nezahájilo doplňovanie PG pomocou mobilných hasičských čerpadiel, PO sa začne zbytkovým výkonom reaktora nahrievať a začne rásť tlak v PO. Po dosiahnutí otváracieho tlaku OVKO, prípadne PVKO, dochádza ďalej postupne k strate chladiva PO a k zhoršovaniu chladenia AZ. Zbytkový výkon reaktora v tejto fáze sa odvádza vyparovaním chladiva PO do kontajneru. Dlhodobá strata odvodu tepla z PO postupne prerastie do straty chladenia AZ. Pokiaľ včas nie je obnovený odvod tepla z AZ, vedie v tomto scenári iniciačná udalosť k poškodeniu paliva.

Priebeh teploty na výstupe AZ počas straty UHS a normálnej NV



Graf 5.1.3- 1.: Časová rezerva do poškodenia paliva pri strate UHS v dôsledku straty TVD 8,3 dňa.

Na oddialenie poškodenia pokrytia paliva je možné ďalej využiť chladivo, ktoré je v HA. Objem chladiva v HA, ktoré v optimálnom prípade je schopné zabezpečiť chladenie AZ po dobu viac ako 10h. Vytvorenie podmienok na optimálne využitie chladiva z HA sa musí vykonať ešte počas vyparovania PG (vychladenie PO na teplotu zodpovedajúcu tlaku v HA). Ak by po vyčerpaní HA bola TNR zaplnená, objem chladiva v TNR zabezpečí chladenie AZ na dobu približne ďalšie 4 hodiny.

Po výpadku TVD v závislosti na scenári je možné udržiavať odvod tepla z AZ v závislosti na dostupnosti systémov odvodu tepla. V optimálnom prípade po výpadku TVD je možné udržiavať odvod tepla z AZ dlhodobo pomocou SHN a dopĺňovania nádrží DEMI vody. Pre tento prípad je OTPBD len s vlastnými zdrojmi vody udržať odvod tepla viac ako 14,2 dňa (viď. obrázok).

Časová rezerva do poškodenia paliva pri strate UHS závisí na scenári udalosti:

1. *s dodávkou NV PG – bez reálneho časového obmedzenia*
2. *bez dodávky NV PG z hasičských čerpadiel -14,2 dňa*

Integrita kontajneru

V dôsledku dlhodobej straty prívodu surovej vody do JE po 72 sa budú musieť odstaviť všetky čerpadlá TVD. Po strate prítoku TVD nie je zabezpečený odvod tepla z kontajneru. Na chladenie kontajneru nie je k dispozícii alternatívny systém, a preto teplota v kontajneru začne rásť. Od vzduchu kontajneru sa s časovým oneskorením začnú nahrievať aj betónové konštrukcie kontajneru. Po dvoch dňoch v strede steny kontajneru sa očakáva teplota 60°C. Pri tejto teplote nie je ohrozená integrita kontajneru. Podľa Európskej normy Eurocode 2-1-1 pevnosť betónu pri 127°C klesne max o 6%.

Ak by počas straty UHS prišlo k strate chladenia AZ (vyčerpajú sa zdroje dopĺňovania NV do PG), príde k otvoreniu OVKO do kontajneru, kam sa odvádza okrem tepelných strát PO aj celý zbytkový výkon AZ, trend náhrevu kontajneru sa zvýši približne 3 krát, pričom bude rásť aj tlak v kontajneru. Integrita kontajneru by mohla zlyhať po poškodení paliva a následnom horení vodíka. Ďalšie informácie sú v kap.6.

Režimy 4,5

Riadenie reaktivity AZ:

V režimoch 4,5 je v PO vytvorená odstavňá koncentrácia kyseliny boritej, a preto sa pri strate TVD neočakávajú problémy s udrzaním podkritičnosti AZ. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia riadenia reaktivity v AZ a BSVP pri strate UHS v režime 1,2,3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre SBO v režimoch 4,5.

Odvod tepla z PO

V režimoch 4,5 pred iniciačnou udalosťou odvod tepla z PO bol vo vodovodnom režime, alebo v štádiu prechodu na vodovodný režim. V prípade UHS v režimoch 4,5 nie je možné pokračovať v odvode tepla z PO vo vodovodnom režime, ktorý nie je možný bez TVD, a preto je potrebné prejsť na parovodný režim, čo si vyžaduje zdrenážovanie systému dochladzovania a nahriatie PO na teplotu, pri ktorej sa v PG začne tvoriť také množstvo pary, ktoré bude dostatočné na odvod aktuálneho zbytkového tepla AZ.

Zásoba chladiva v PG v režimoch 4,5 je vyššia ako v režimoch 1,2,3. V režimoch 4,5 zbytkový výkon AZ vzhľadom na dlhšiu dobu (viac ako 24 hod.) od odstavenia reaktora bude nižší. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia odvodu tepla z PO pri strate UHS v režime 1,2,3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre SBO v režimoch 4,5.

Integrita kontajneru

V režimoch 4,5 je teplota chladiva v PO a štruktúr PO nižšia ako 140°C a tiež zbytkový výkon AZ vzhľadom na dlhšiu dobu od odstavenia reaktora bude nižší. Teplota prechodom na parovodný režim a otvorením PSA na 100% nepresiahne 110°C, tým sa ani neuplatnia efekty rozkladu komponentov betónu (sadrovec). Z týchto dôvodov je možné považovať integritu kontajneru v režime 4,5 dlhodobo za uspokojujúcu.

Režim 6

Riadenie reaktivity AZ:

V režime 6 je v PO vytvorená odstavňá koncentrácia kyseliny boritej, a preto sa neočakávajú problémy s udrzaním podkritičnosti AZ. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia riadenia reaktivity v AZ a BSVP pri strate UHS v režime 1,2,3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre stratu TVD v režime 6.

Odvod tepla z PO

V režime 6 je PO odtlakovaný a môže byť aj otvorený (je zrušená tlaková hranica PO). Odvod tepla z PO pred udalosťou bol vo vodovodnom režime. Po strate UHS nie je možné pokračovať v odvode tepla z PO vo vodovodnom režime, ktorý nie je možný bez TVD. Ak v režime 6 v PO sú otvorené iba odvzdušnenia PO, ktoré v prípade potreby sa môžu zatvoriť, pre hodnotenie odvodu tepla z PO pre stratu UHS je aplikovateľné hodnotenie pre režimy 4,5. Ak však PO je otvorený (je demontovaná niektorá deliaca rovina, teda je zrušená tlaková hranica PO), možnosti odvodu tepla z PO sú obmedzené. V tomto prípade (PO otvorený) v režime 6 pri strate UHS, jedinými možnosťami pre odvod tepla z PO sú tieto varianty:

- odvod tepla z AZ v režime varu v AZ, pričom para sa odvádza do RS a odtiaľ do iných miestností reaktorovne a cez netesnosti do okolia elektrárne. Do PO sa doplňuje chladivo zo zásobných objemov v PO (KDD,JNG,JMP,JNF).
- zvýšenie tlaku v AZ zvýšením hladiny v TNR na maximum (+21 m) a prechod dochladzovania na parovodný režim, pri ktorom sa časť zbytkového tepla AZ odvádza parou z PG cez PSA a do RS z otvoreného PO uniká iba menšie množstvo pary. Odvod tepla z PG sa čiastočne realizuje na úkor zásoby chladiva v PG a jeho dopĺňovania a časť tepla sa odvádza na úkor vyparovania chladiva PO.

V prvom prípade je na bloku minimálna zásoba chladiva v dvoch havarijných nádržiach NT a VT systémov (JNF, JNG) 700 m³, ktorá je dostatočná na chladenie AZ po dobu 70hod., ak sa predpokladá zbytkový výkon reaktora 6MW pre 4 deň po odstavení reaktora. V reálnom prípade bude k dispozícii aj chladivo zo žlabov JMP, ktoré sa môže využívať na chladenie AZ. Predpokladáme, že v najhoršom prípade by malo byť dostupné chladivo z 9 žlabov (900 m³), ktoré by postačilo na chladenie AZ po dobu ďalších 90h. Spolu zásoba chladiva je schopná zabezpečiť odvod tepla na 160 hodín / 6,6 dňa.

Časová rezerva do poškodenia paliva: do vyčerpania všetkých zásobných objemov chladiva PO (nádrže a žlaby) je časová rezerva 160 hodín / 6,6 dňa.

V druhom prípade dochádza k úspore viac ako 50% chladiva, lebo hydrostatický stĺpec vody na úrovni +21m vytvorí tlak na výstupe z AZ, čo umožní odvod zbytkového výkonu cez PG pri otvorení PSA na 100% a udržiavaní hladiny v PG pomocou SHNČ.

Časová rezerva do poškodenia paliva: čas do vyčerpania chladiva v žlaboch a odhalenia AZ je väčší ako 13 dní.

V najhoršom prípade, ak v okamihu straty TVD by hladina v TNR bola na najnižšej prevádzkovej hodnote (0,5m pod HDR) a personál by nevykonával žiadne činnosti na doplnenie PO, je k dispozícii do odhalenia AZ približne 3,5h.

Integrita kontajneru

V režime 6 je zrušená tlaková hranica kontajneru. Pri strate UHS, ak sa nepredpokladá únik chladiva do kontajneru, nie je potrebné ju ani obnoviť, pretože chladivo z PO bude unikať cez otvorené deliace roviny na RS. Integrita kontajneru nebude ohrozená, ale súčasne nie je možné zabrániť ani únikom aktivity do okolia elektrárne.

5.1.3.3.2. Predpokladané externé akcie na prevenciu degradácie paliva.

Vzhľadom na projekt JE Mochovce činnosti na prevenciu degradácie paliva v prípade straty všetkých systémov TVD musia byť zamerané na obnovenie jej prietoku aspoň v jednom zo systémov. Ak nepredpokladáme nadprojektovú udalosť typu externých hazardov (nadprojektová záplava, nadprojektové zemetrasenie, zosun pôdy, veľký požiar) alebo sabotáž, pád lietadla, pri ktorých by nebolo možné obnoviť funkciu aspoň jedného systému TVD, spoločnou príčinou nefunkčnosti všetkých systémov TVD môže byť v projekte JE Mochovce iba dlhodobý výpadok doplňovacej vody do TVD, respektíve poruchy zo spoločnou príčinou z vonkajšej elektrickej siete. V prípade nedostupnosti vnútorných zdrojov doplňovania TVD (z CV) externé činnosti sa sústreďujú na zabezpečenie doplňovania TVD z externých zdrojov a logistiku zásobovania v zmysle OHO/8709 – Doprava surovej vody mobilnými prostriedkami (BO-S15) .

5.1.3.3.3. Čas k dispozícii pre obnovenie jedného z konečných recipientov tepla iniciáciou činností smerujúcich k obnoveniu chladenia pred poškodením paliva: uvažovať situácie s rôznym oneskorením od odstavenia reaktora do straty normálneho režimu odvodu tepla (napr. začiatok straty chladiva z primárneho okruhu).

Časy pre jednotlivé stavy sú uvedené v tabuľke, popis s analytickým rozborom je vykonaný v kap. 5.1.3.3:

Tab. 5.1.3- 10.: Čas k dispozícii pre obnovenie jedného z konečných recipientov tepla

	Iniciačná udalosť	Strata TVD - čas	Po strate TVD čas do tavenia AZ	Celkový čas
1.	Strata surovej vody bez interného a externého zásahu	72 hodín/3 dni	341 hodín/14,2 dňa	413 hod./ 17,2 dňa
2.	Strata surovej vody s interným zásahom - dostupnou CV	12 - 33 dní	341 hodín/14,2 dňa	26,2 až 47,2 d
3.	Strata surovej vody s interným a externým zásahom	neobmedzené	-	neobmedzené
4.	Strata TVD	x	341 hodín/14,2 dňa	341 hodín/ 14,2 dňa
5.	Strata TVD + nedostupnosť DEMI	x	5,5hPG+16hNN + 3hHA +3hAZ=	27 hod.

6.	Strata TVD + nedostupnosť DEMI a NN (veľmi malá pravdepodobnosť- kombinácia troch zlyhaní)	x	5,5 hPG +2,7HA+2,9AZ	11,1 hod.
----	---	---	----------------------	-----------

5.1.3.4. Strata primárneho konečného recipienta tepla kombinovaná s SBO (t.j. strata napájania zo siete a strata havarijných zdrojov striedavého napájania)

V projekte JE V213 udalosť SBO vedie k Strate UHS, pretože čerpadlá TVD sú napájané zo zaisteného napájania, ktoré po strate elektrického napájania blackout nebude k dispozícii. Pre ocenenie dôsledkov uvedenej kombinácie udalostí preto môže byť použité hodnotenie udalosti SBO (Pozri kapitolu 5.1.1), ktorý je obálkovým prípadom aj pre kombinácie udalostí SBO a strata UHS.

5.1.3.4.1. Doba autonómie lokality pred začiatkom úniku vody z primárneho okruhu.
Pozri kapitolu 5.1.1

5.1.3.4.2. Externé činnosti smerujúce k prevencii poškodenia paliva.
Pozri kapitolu 5.1.1

5.1.4. Možné opatrenia smerujúce k zvýšeniu odolnosti elektrárne v prípade straty konečného recipienta tepla

Pri hodnotení bezpečnostných rezerv projektu JE EMO12 pri strate UHS sa preukázala schopnosť projektu elektrárne zabezpečiť ochranu bariér pri danom type udalosti počas pomerne dlhého času, ktorý poskytuje dostatočnú časovú rezervu na vykonanie zásahov accident managementu na obnovenie UHS. Napriek odolnosti projektu elektrárne je možné na základe testov a analýz zvýšiť bezpečnosť elektrárne pri uvažovanej udalosti realizovaním nasledujúcich úprav:

1. Zabezpečiť druhý SH mobilný vysokotlaký zdroj napájacej vody do PG a zabezpečiť logistiku zásobovania mobilného zdroja po vyčerpaní 2400 m³ DEMI vody
Cieľ: Udržať dlhodobý odvod tepla zo sekundárnej strany
2. Vytvoriť systém logistiky pre zabezpečenie SH NV na sanie mobilných SH čerpadiel z externých čistých (pitná voda) zdrojov vody.
Cieľ: Zabezpečiť logistiku na dostatočnú zásobu DEMI/pitnej čistej vody aby nedošlo k zahusťovaniu odluhu v PG po vyčerpaní zásob DEMI vody.
3. Modifikovať pripojenie SH mobilného zdroja na sanie a výtlak systému SHN tak, aby bol dostupný z kóty 0m, za protimrazovou zábranou,
Cieľ: Zabezpečiť SH mobilné napájanie v prípadoch interných, externých záplav a požiarov.

Ostatné sú uvedené v detailnej finálnej správe k stres testom.

5.2. BAZÉN SKLADOVANIA VYHORENÉHO PALIVA

Chladienie BSVP sa uskutočňuje pomocou dvoch nezávislých a z hľadiska výkonu rovnocenných okruhov FAK11,12, pričom každá vetva je nadimenzovaná na 100% odvod tepla pri havarijnom vyvezení paliva z reaktora. Systém zabezpečujúci odvod tepla z BSVP a udržiavanie hladiny chladiva v predpísaných medziach, je projektovaný ako dve nezávislé chladiace vetvy (1 pracovná + 1 rezervná), pričom každá z nich je z hľadiska chladienia BSVP rovnocenná a každá je projektovaná na maximálny odvod tepla 8,14 MW.

Pri skladovaní paliva v základnej mreži je hladina chladiva v BSVP na kóte +14,46 m. V režimoch s otvoreným reaktorom sa hladina v BSVP zvyšuje na kótu +21,17 m.

Pri poruchách, pri ktorých príde k výpadku TVD nebude zabezpečený normálny odvod tepla z BSVP. Dajú a zadefinovať dva stavy:

- Strata odvodu tepla z dôvodu úplnej straty elektrického napájania (Total blackout), keď dôjde k úplnému výpadku pracujúcich FAK čerpadiel
- Strata konečného odvodu tepla, keď dôjde k strate TVD cez chladiče FAK11,12BC001, ale cirkulačné čerpadlá sú prevádzkyschopné.

Strata v dôsledku nárastu teploty v BSVP sa pri týchto poruchách bude znižovať aj podkritičnosť palivového súboru BSVP.

Kapacita kompaktnej skladovacej mreže je 603 kaziet a kapacita rezervnej skladovacej mreže je 296 kaziet. Zvyškový výkon v BSVP je definovaný ako súčet zvyškového výkonu vyvezenej AZ do BSVP a zvyškového výkonu palivových kaziet vyvezených do BSVP z predchádzajúcich kampaní. Pre výpočet zvyškového výkonu kaziet uložených v BSVP z predchádzajúcich kampaní sa predpokladá prevádzkovanie blokov s ročnou výmenou štvrtiny palivových kaziet (cca 88 kaziet).

5.2.1. Strata elektrického napájania

Pri strate elektrického napájania dôjde k zastaveniu cirkulácie chladiva cez bazén skladu vyhoretého chladiva. Núdzový stav spôsobí nárast teploty chladiva v BSVP až na teplotu sýtosti a v dôsledku varu chladiva v ďalšom priebehu nasleduje postupný pokles hladiny v bazéne.

Riadenie reaktivity v BSVP

V BSVP je podkritičnosť zabezpečená koncentráciou kyseliny boritej a samotným projektom BSVP, ktorý neumožňuje vznik kritických podmienok v BSVP ani po znížení koncentrácie kyseliny boritej na nulu. Táto charakteristika sa dosiahla veľkosťou kroku mreže, ktorá v BSVP je 162mm s 6 hrannými absorpčnými trúbkami. Je riešený aj fenomén, keď po náhreve AZ na medzu sýtosti a varu medzi kazetami by mohla byť porušená bezpečnostná funkcia riadenia reaktivity. Čistý kondenzát do BSVP sa dostáva pri dlhodobom havarijnom dopĺňovaní požiarnou vodou, hoci pri odpare chladiva pôvodná H₃BO₃ ostáva v BSVP a tak by sa mala udržiavať na rovnakej úrovni. Ak predpokladáme lokálne nariedenie spojené s varom, práve mreža s 6 hrannými absorpčnými trúbkami zamedzí pri atmosferických tlakových pomeroch nad BSVP vzniku kritického súboru. Pri dopĺňovaní čistého kondenzátu preto neexistuje riziko ohrozenia riadenia reaktivity.

Odvod tepla z BSVP

V prípade straty TVD na chladiče FAK v BSVP, nie je zabezpečený štandardný odvod tepla. Zbytkový výkon vyhoretého paliva sa preto akumuluje v chladive a štruktúrach BSVP a teplota v BSVP

začne rásť. V závislosti na zbytkovom výkone paliva v BSVP, ktorý sa môže pohybovať od 1,25MW po 5MW a zásoby chladiva v BSVP (14,7m resp. 21m) pred udalosťou, je k dispozícii do varu v BSVP čas od 2,6h po 10,7h a do úplného odhalenia paliva v BSVP čas od 23h po 42h.

Po strate napájania – blackout na chladenie BSVP je k dispozícii iba alternatívne chladenie BSVP:

- pasívne doplňovanie BSVP zo 7 žľabov JMP gravitačne, umiestnených nad úrovňou BSVP +21 m a zvýšenie hladiny z +14,45m na +21,17m (zohľadňuje sa aj potreba AZ)
- drenáž BSVP cez prepad na +21,22m, do JNG nádrží (ak sú prázdne), alebo NNK pri plnení BSVP zo žľabov JMP, čo zabezpečí pri náhreve chladiva zo žľabov (zo 40°C na 90°C) chladenie BSVP v závislosti na výkone v BSVP po dobu 5 až 10 hod.

Ďalší odvod tepla z BSVP po vyčerpaní alternatívneho chladenia (5 až 10h po SBO) a náhreve BSVP na teplotu varu po ďalších 2,6h pre vyvezenú AZ (hladina na +21,17 m) až 10,7h pre PK iba v základnom rošte (hladina na +14,46 m) je možné zabezpečiť odvod zbytkového výkonu iba na úkor vyparovania chladiva z BSVP. Na udržiavanie potrebnej zásoby chladiva v BSVP je potrebné zabezpečiť jeho doplňovanie z iných zdrojov (JMP barbotážne žľaby gravitačne, hasičské čerpadlá). Na jeden blok potreba doplňovania BSVP pri odvode tepla z BSVP varom chladiva predstavuje od 2t/h (výkon 1,25MW) do 8t/h (výkon 5MW). Vznikajúca para v BSVP sa odvádza na Re sálu.

Tab. 5.2.1- 11.: Časy bez zásahu personálu

Udalosť SBO	PK v oboch roštoch +21,17 m/ 4,8 MW Čas [h]	PK iba v základnom rošte. +14,46 m/1,26 MW Čas [h]
ZAČIATOK UDALOSTI	0	0
Dosiahnutie medze sýtosti – var v BSVP	2,6	10,7
Odhalenie skladovaných PK	23	42,5
Poškodenie PK 1200°C	30,5	62

Čas so zásahom operátora: plnenie BSVP požiarnym vozidlom – neobmedzený.

5.2.2. Možné opatrenia smerujúce k zvýšeniu odolnosti elektrárne v prípade straty elektrického napájania

Pri hodnotení bezpečnostných rezerv projektu BSVP JE EMO pri SBO sa preukázala schopnosť projektu zabezpečiť ochranu paliva v BSVP pri danom type udalosti počas dlhého času, ktorý poskytuje dostatočnú časovú rezervu na vykonanie zásahov accident managementu na obnovenie napájania elektrárne. Napriek odolnosti projektu BSVP je možné na základe testov a analýz zvýšiť bezpečnosť paliva v BSVP pri uvažovanej udalosti realizovaním nasledujúcich úprav:

1. Realizovať stabilnú trasu na udržiavanie zásoby chladiva v BSVP z mobilného zdroja (hasičské čerpadlá).

Cieľ: Zabezpečiť zásobu chladiva z mobilných zdrojov priamo do BSVP.

2. Zabezpečiť ovládanie armatúr JMP zo ZN alebo pripraviť ich ovládanie tak, aby ich bolo možné ovládať pomocou malého prenosného motorového trojfázového generátora 0,4 kV

Cieľ: Dostupnosť armatúr podľa potreby, v neobslužných/ploobslužných priestoroch.

Ostatné sú uvedené v detailnej finálnej správe k stres testom.

5.2.3. Strata konečného recipienta tepla

Konečným recipientom tepla v projekte pre JE Mochovce je okolitá atmosféra (vzduch). Zbytkové teplo z vyhoreného paliva sa v chladičoch FAK11,12BC001 odvádza do systémov TVD a z nich v chladiacich vežiach TVD do okolitej atmosféry. Z technického hľadiska nie je reálne predpokladať priamo stratu okolitej atmosféry ako príčinu straty konečného recipientu tepla. Reálnou udalosťou, ktorá môže prerušiť reťazec systémov zúčastňujúcich sa odvodu tepla z BSVP do konečného recipientu tepla je strata všetkých systémov TVD. Na chladiče systémov FAK11,12 je privedený priamo iba 1. a 3. systém TVD.

Po výpadku všetkých systémov TVD, ktoré chladia aj chladiče systému FAK11,12 môže byť v BSVP ovplyvnená funkcia odvodu tepla. Na rozdiel od udalosti SBO, FAK čerpadlo ostáva pracovať a tak čas náhrevu na medzu sýtosti sa predĺži o entalpické sytenie chladiaceho okruhu a rovnomerný náhrev celého objemu BSVP včítane 20m3 chladiwa na spodku BSVP.

Riadenie reaktivity v BSVP

V BSVP je podkritičnosť zabezpečená koncentráciou kyseliny boritej a samotným projektom BSVP, ktorý neumožňuje vznik kritických podmienok v BSVP ani po znížení koncentrácie H₃BO₃ na nulu. Po výpadku TVD preto podkritičnosť v BSVP je zabezpečená. Táto charakteristika sa dosiahla veľkosťou kroku mreže, ktorá v BSVP je 162mm s 6 hrannými absorpčnými trúbkami. Ak výpadok TVD nebude kombinovaný s inými udalosťami napr. únik chladiwa z BSVP) podkritičnosť v BSVP bude zabezpečená v dostatočnom rozsahu.

Odvod tepla z BSVP

Po výpadku TVD nie je zabezpečený štandardný odvod tepla z BSVP cez chladiče systému FAK, ktoré sú chladené TVD. Zbytkový výkon vyhoreného paliva a výkon z pracujúcich čerpadiel sa preto akumuluje v chladiwe a štruktúrach BSVP a teplota v BSVP začne rásť. V závislosti na zbytkovom výkone paliva v BSVP, ktorý sa pohybuje v rozmedzí od 1,25MW po 5MW a tepelných strát pracujúcich čerpadiel FAK11(12) (0,04MW tepelných), je sumárny výkon na 1,3 až 5 MW. Napriek ďalšej tepelnej záťaži od FAK čerpadla, vďaka súvisiacich potrubí FAK systému a možnosti využitia stratifikovaného spodného objemu chladiwa BSVP (20m3) sa predĺži čas do varu v BSVP od 3 hod po 11h (v závislosti od objemu chladiwa a počtu kaziet). Po dosiahnutí varu sa predpokladá odstavenie FAK čerpadiel, a tak časy pre fázu odparu do odhalenia paliva v BSVP sú rovnaké ako pre SBO - od 23h po 42h (bez zásahu operátora).

Čas do varu BS:

Po strate TVD na chladenie BSVP je k dispozícii iba alternatívne chladenie BSVP pomocou jeho plnenia, a po naplnení BS, pomocou drenáže:

- doplňovanie z NT (JNG) nádrží pomocou čerpadiel bazénu skladu (FAK10AP001), pomocných (KDE), zo všetkých žlabov barbotážneho systému pomocou dostupného JMP čerpadla, alebo gravitačne na

úroveň hladiny +21 m v BS, čo predĺži čas k varu o 5 hodín pre konfiguráciu bez vyvezenia paliva (+14,7m).

- drenáž BSVP cez prepád na +21,17m, do JNG nádrží, alebo NNK, pričom spätný prietok zabezpečiť pomocou KDE čerpadiel, alebo 7KDA10AP001. Využitie náhrevu zásob chladiva predĺži čas do varu v BSVPa je použiteľný v rozsahu od 40°C (60°C pre JNG) do 90°C. chladenie BSVP v závislosti na výkone v BSVP s využitím 300 m3 (3 JMP žľaby, alebo 2 systém NT nádrží) predĺži dobu do varu o 3 až 6 hodín.

Tab. 5.2.3- 12.: Čas do varu BS

	IU – náhrev po bod varu		Zvýšenie hladiny na +21m		Drenáž BS a náhrev JNG alebo JMP 300 m3		Spolu	
Hladina	+14,7m	+21.17m	+14,7m	+21.22m	+14,7m	+21.22m	+14,7m	+21.22m
Čas náhrevu	11 hod	3 hod	5 hod	0 hod	6	3	22 hod	6 hod

Odparovanie chladiva z BS:

Ďalší odvod tepla z BSVP po vyčerpaní alternatívneho chladenia (6 až 22h po UHC) a náhrebe BSVP na teplotu varu je možné zabezpečiť odvod zbytkového výkonu iba na úkor vyparovania chladiva z BSVP. Na udržiavanie potrebnej zásoby chladiva v BSVP je potrebné zabezpečiť jeho dopĺňovanie z iných zdrojov (nádrže NT systémov JNG, JMP barbotážne žľaby, NNK, hasičské čerpadlá). Na jeden blok potreba dopĺňovania BSVP pri odvode tepla z BSVP varom chladiva predstavuje od 2t/h (výkon 1,25MW) do 8t/h (výkon 5MW). Vznikajúca para v BSVP sa odvádza cez Re sálu do atmosféry.

Tab. 5.2.3- 13.: Výsledné časy bez zásahu personálu

Udalosť SBO	PK v oboch roštoch +21,17 m/ 4,8 MW Čas [h]	PK iba v základnom rošte. +14,46 m/1,26 MW Čas [h]
Začiatok udalosti	0	0
Dosiahnutie medze sýtosti – var v BSVP	3	11
Odhalenie skladovaných PK	23	42,5
Poškodenie PK 1200°C	31	63

Tab. 5.2.3- 14.: Výsledné časy so zásahom personálu predĺženie času bez zásahu o :

Udalosť SBO	PK v oboch roštoch +21,17 m/ 4,8 MW Čas [h]	PK iba v základnom rošte. +14,46 m/1,26 MW Čas [h]
Zvýšenie hladiny v BSVP	0	5
Drenáž BS a náhrev JNG 300 m3	3	6
Zásoba JMP/JNG 50% (600/300) odpar	112	450

Udalosť SBO	PK v oboch roštoch +21,17 m/ 4,8 MW Čas [h]	PK iba v základnom rošte. +14,46 m/1,26 MW Čas [h]
Plnenie požiarneho vozidla	neobmedzene	neobmedzene

5.2.4. Možné opatrenia smerujúce k zvýšeniu odolnosti elektrárne v prípade straty konečného recipienta tepla

Realizovať úpravy, ktoré zabezpečia odvod pary z BSVP do RS a ďalej do atmosféry v režime varu BSVP.

Cieľ: Zamedziť zaparenie susedného bloku a šírenie Ra látok v objekte..

Ostatné sú uvedené v detailnej finálnej správe k stres testom.

5.2.5. Strata primárneho konečného recipienta tepla kombinovaná s SBO (t.j. strata napájania zo siete a strata havarijných zdrojov striedavého napájania).

V projekte BSVP JE V213 udalosť SBO vedie k Strate UHS, pretože čerpadlá TVD sú napájané zo zaisteného napájania, ktoré po strate elektrického napájania blackout nebude k dispozícii. Pre ocenenie dôsledkov uvedenej kombinácie udalostí v BSVP preto môže byť použité hodnotenie udalosti SBO (Pozri kapitolu 5.2.1), ktorý je pre BSVP obálkovým prípadom aj pre kombinácie udalostí SBO a strata UHS.

ZÁVERY

Analýza odozvy bloku na stratu schopnosti odvodu tepla a stratu podporných funkcií (elektrického napájania) potvrdzuje tepelnú zotrvačnosť základného technologického okruhu reaktorov VVER, poskytujúcu veľké časové rezervy na obnovovacie činnosti a absenciu náhle degradácie schopnosti udržiavať základné bezpečnostné funkcie počas prvých 24 hod vo všetkých uvažovaných podmienkach vyplývajúcich z externých udalostí.

Zásoby všetkých médií, vrátane zásoby chladiacej vody pre odvod zvyškového výkonu súčasne na dvoch blokoch postačujú na viac ako 3 dni bez potreby dopĺňovania z externých zdrojov.

6. RIADENIE ŤAŽKÝCH HAVÁRIÍ

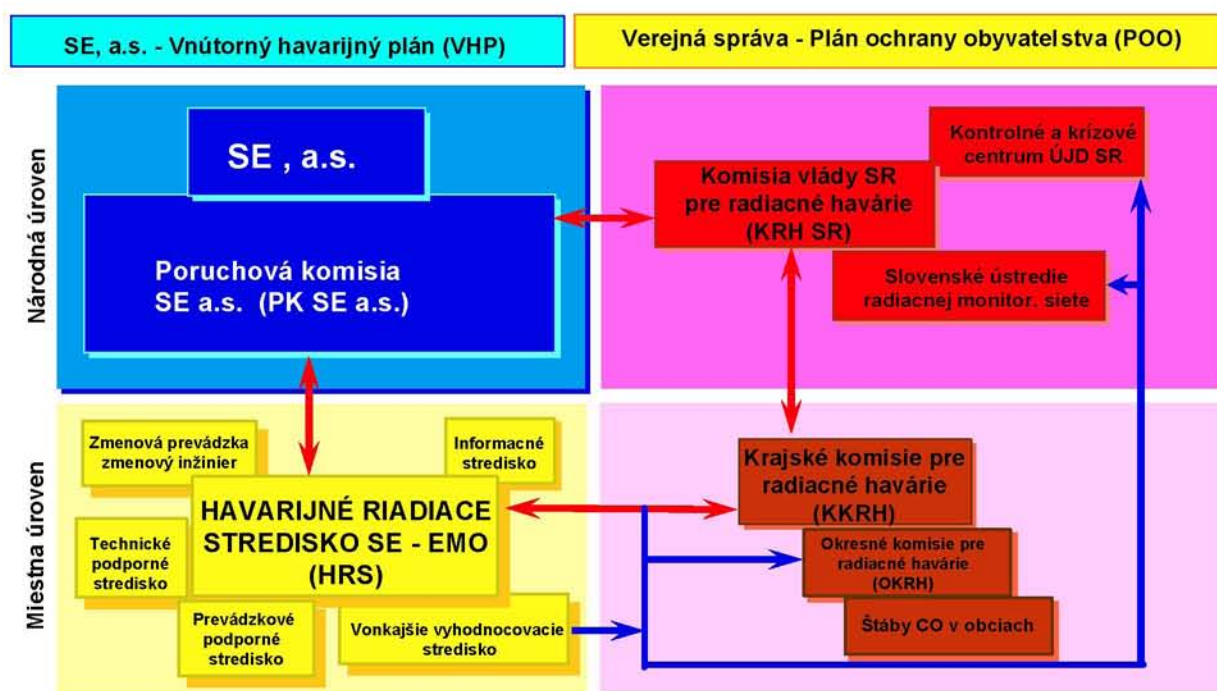
6.1. ORGANIZÁCIA A PRAVIDLÁ PRE RIADENIE HAVÁRIÍ ZAVEDENÉ U PREVÁDZKOVATEĽA

Havarijné plánovanie a pripravenosť na havarijnú odozvu (HPP) patrí medzi základné atribúty jadrovej elektrárne EMO1,2. Proces havarijného plánovania a pripravenosti na havarijnú odozvu komplexne zabezpečujú a riadia odborné útvary závodu EMO1,2 na základe procesnej dokumentácie v rámci integrovaného systému manažérstva ISM. V ISM sú jasne definované požiadavky a zodpovednosti za jednotlivé časti havarijného plánovania a odozvy.

Systém HPP je implementovaný v súlade s medzinárodnými požiadavkami a metodikami MAAE. V systéme sú zapracované všetky legislatívne požiadavky SR.

Cieľom HPP na JZ je zabezpečiť technickú, personálnu a dokumentačnú pripravenosť zamestnancov JZ a externých organizácií, podieľajúcich sa na prácach pre JZ, na úspešné zvládanie mimoriadnych udalostí.

Národná organizácia havarijnej odozvy SR



Obr. 6.1.1- 11.: Národná organizácia havarijnej odozvy SR

Strategické ciele sú transformované na úrovni závodov do stanovených dlhodobých a krátkodobých cieľov a úloh v oblasti HPP v súlade s politikami a stratégiou bezpečnosti SE a.s..

Navrhovaná stratégia havarijnej pripravenosti EMO1,2 vychádza z vývoja akejkoľvek udalosti na území EMO1,2, v závislosti na jej významnosti. Havarijná odozva je organizovaná v dvoch základných fázach. V prvej fáze udalosti sú prijímané opatrenia na riešenie havárie na blokovej dozorni postihnutého bloku so zásahmi štandardného zmenového personálu. V druhej fáze havarijnej odozvy preberá riadenie

havárie Havarijná komisia, ktorá sa schádza do 60 minút mimo pracovnej doby a do 20 minút v pracovnej dobe po vydaní aktivačného signálu, v Havarijnom riadiacom stredisku a v ostatných podporných strediskách.



Obr. 6.1.1- 12.: Mapa oblasti ohrozenia JZ-EMO s vyznačenými pásmami a evakuačnými trasami.

Mierka 1 : 50000

Organizácia havarijnej odozvy EMO1,2 je súčasťou národnej organizácie havarijnej odozvy. Garantom zabezpečenia havarijnej pripravenosti na národnej úrovni je vláda SR.

Jadrový zdroj (JZ) EMO1,2 zahŕňa 2 reaktorové bloky a nachádza sa v lokalite Atómových elektrární Mochovce, v blízkosti bývalej obce Mochovce, vzdušnou čiarou cca 12 km od mesta Levice a cca 14 km od Zlatých Moraviec a 11 km od Vrábľov. V oblasti ohrozenia EMO1,2 s polomerom 20 km žije cca 159 tisíc obyvateľov.

V oblasti ohrozenia sú spracované Plány ochrany obyvateľstva. Tieto Plány nadväzujú na Vnútný havarijný plán EMO1,2. Okolie jadrového zdroja (JZ) EMO1,2 je pre potreby havarijnej odozvy rozdelené na tieto oblasti

- bližšie ohrozené územie v celom okruhu 5 km od JZ a 5 sektorov v okruhu 10 km od JZ (určené na základe prevládajúceho smeru vetra)
- ohrozené územie - 5 určených sektorov v okruhu 10 km a 20 km od JZ (určené na základe prevládajúceho smeru vetra)

V uvedených oblastiach sa na základe predikcie vývoja havárie stanovujú adekvátne opatrenia podľa postupov a dokumentácie organizácie havarijnej odozvy.

6.1.1.2. Obsadenie zmien a riadenie zmien počas normálnej prevádzky

Organizácia zmenovej prevádzky

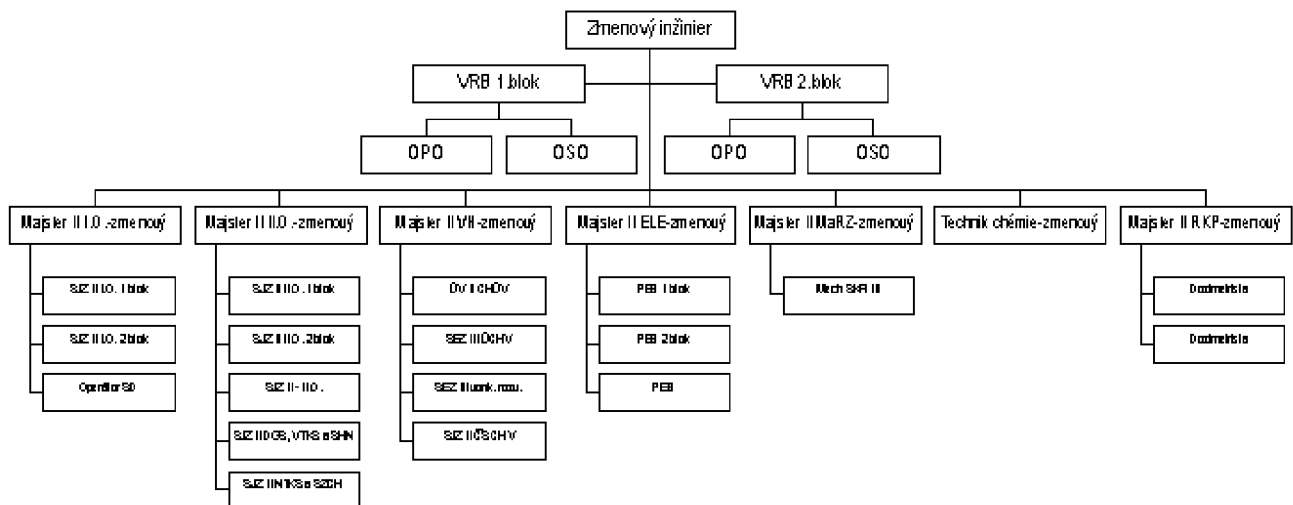
Zmenový personál úseku prevádzky tvoria zamestnanci EMO1,2, ktorí nepretržitým striedaním v pravidelných zmenách zabezpečujú riadenie a obsluhu technologického zariadenia výrobných a rozvodných systémov. Jadrová elektráreň v lokalite EMO1,2 sa skladá z dvoch samostatných reaktorových blokov a ich prevádzku zabezpečujú zamestnanci EMO1,2 v nepretržitej zmenovej prevádzke. Minimálny počet zamestnancov na zmene a ich profesné zloženie je stanovené dozorným orgánom SR. Zmenový inžinier (ZI) zastupuje riaditeľa EMO1,2 s plnou právomocou a zodpovednosťou.

ZI priamo operatívne riadi vedúcich reaktorových blokov, zmenových majstrov PO, SO, elektro, TP vodného hospodárstva, TP SKR, radiačnej bezpečnosti a technika chémie. ZI, VRB, OPO a OSO sú kategorizovaní ako vybraní zamestnanci a ich odborná spôsobilosť je periodicky preverovaná štátnou komisiou ÚJD SR.

- Zmenový personál sa riadi funkčnými povinnosťami, ktoré sú spracované v prevádzkovej dokumentácii.
- Bloková dozorňa (BD) je najdôležitejším pracoviskom v JE. Z BD sa koordinuje plnenie všetkých vykonávaných dôležitých prác a riadia sa všetky dôležité práce spojené s riadením výrobného procesu. Na BD je pripravené prechodné pracovné miesto pre ZI, ktoré je vybavené potrebnými prostriedkami pre jeho činnosť počas prevádzkových udalostí.
- Núdzová dozorňa (ND) sa stáva pracovným miestom VRB, OPO, OSO a ZI, ak na BD nie je možný trvalý pobyt, alebo nie je možné z BD ovládať reaktor a havarijné systémy. O presunutí pracovného miesta z BD na ND rozhodne ZI.

Do organizácie zmeny patria ďalšie útvary:

- Fyzická ochrana, zabezpečuje fyzickú ochranu a prevádzku radiaceho centra fyzickej ochrany (RC FO), priechodnosť únikových ciest z ohrozených objektov a priestorov, monitorovanie počtu osôb v lokalite.
- Závodný hasičský útvar EMO1,2 (ZHÚ) zabezpečuje pohotovosť jednotky ZHÚ a pripravenosť požiarnej techniky, prevádzku ohlasovne požiarov a vyhlasuje požiarne poplach pre jednotku ZHÚ EMO1,2. ZHÚ na zmene disponuje personálom v týchto funkciách: veliteľ zmeny ZHÚ (1), veliteľ družstva (2), hasič záchranár (9), hasič - operátor ohlasovne požiarov (1)



Obr. 6.1.1- 13.: Štruktúra základnej zmeny EMO1,2

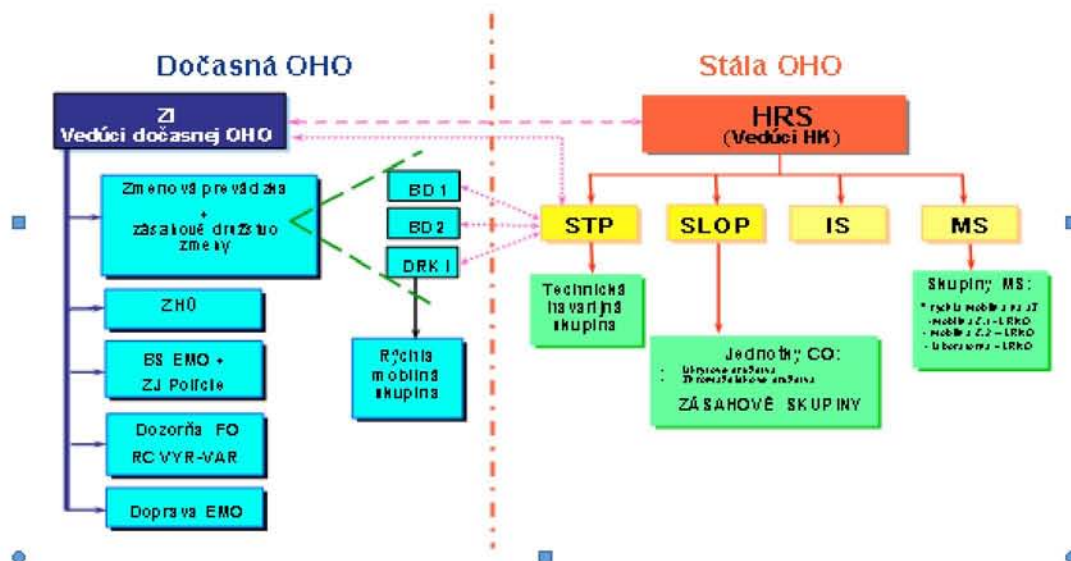
6.1.1.3. Plány na posilnenie organizácie havarijnej odozvy v lokalite pre riadenie havárií

Organizácia havarijnej odozvy (OHO) EMO1,2 uvažuje široké spektrum postulovaných udalostí so zanedbateľným vplyvom na okolie až po závažné ťažké havárie. Klasifikácia udalostí do troch stupňov závažnosti je definovaná vyhláškou ÚJD SR č. 55/2006 Z.z. o podrobnostiach v havarijnom plánovaní pre prípad nehody alebo havárie:

- 1.stupeň - **POHOTOVOŠŤ** - je stav, pri ktorom je ohrozené alebo narušené plnenie bezpečnostných funkcií, sú narušené alebo nefunkčné bezpečnostné bariéry, hrozí únik alebo unikli rádioaktívne látky, čo môže viesť alebo vedie k nedovolenému ožiareniu osôb v stavebných objektoch jadrového zariadenia a v prípade nepriaznivého vývoja udalosti hrozí únik rádioaktívnych látok mimo stavebných objektov jadrového zariadenia.
- 2.stupeň - **NÚDZOVÝ STAV NA ÚZEMÍ JADROVÉHO ZARIADENIA** - je stav, ktorý môže viesť alebo vedie k úniku rádioaktívnych látok mimo stavebných objektov JZ a na jeho územie.
- 3.stupeň - **NÚDZOVÝ STAV V OKOLÍ JADROVÉHO ZARIADENIA** – je stav, ktorý môže viesť alebo vedie k závažnému úniku rádioaktívnych látok do okolia JZ.

Okrem technologických a radiačných udalostí sa zvažujú aj veľké prírodné katastrofy (zemetrasenie, víchrice, búrky, blesky, záplavy, extrémny chlad) a iné vonkajšie vplyvy (rozpad vonkajšej elektrickej siete, nedostatok vody z vonkajších zdrojov, pád lietadla na dôležité objekty)

V prípade vzniku havarijnej udalosti na klasifikovanej stupňom 1., 2., alebo 3. je jej likvidácia zabezpečená Organizáciou havarijnej odozvy (OHO) EMO1,2. Vedúcim OHO EMO1,2 je riaditeľ, ktorý deleguje svoje právomoci na slúžiaceho ZI a vedúceho zmeny HK EMO1,2. Rozhodnutia HK EMO1,2 sú záväzné pre všetkých zamestnancov EMO1,2 SE, a.s. a pre osoby v lokalite. ZI je trvale zodpovedný za výkon zásahov na technologických objektoch.



Obr. 6.1.1- 14.: Havarijná odozva

Havarijná odozva – prvá fáza

V prípade vzniku udalosti na JZ v lokalite EMO1,2 preberá riadenie OHO EMO1,2 zmenový inžinier. Prvú fázu OHO EMO zabezpečuje zmenový personál vedený slúžiacim ZI. Činnosti v tejto fáze sú zamerané na stabilizáciu situácie na bloku a na území JZ a na iniciáciu neodkladných ochranných opatrení na území EMO1,2 a v okolí.

Na počiatku rozvoja udalosti slúžiaci ZI vykonáva najmä prvotné ohodnotenie a klasifikáciu udalosti, zabezpečuje vyhlásenie udalosti v priestoroch EMO1,2, prípadne aj v okolí, spohotovuje potrebné zložky OHO EMO1,2 najmä HK EMO1,2 a informuje pohotovostnú službu SE, a.s. Taktiež zabezpečuje prijatie neodkladných ochranných opatrení pre zamestnancov a v prípade potreby aj odporúča ochranné opatrenia v okolí, najmä varovanie, vyzovnenie príslušných orgánov a organizácií (ÚJD SR, MV SR, ÚVZ SR a krízové štáby v sídle krajov v oblasti ohrozenia EMO1,2).

Havarijná odozva 2. fáza

V druhej fáze preberá riadenie všetkých činností v lokalite Mochovce slúžiaca zmena Havarijnej komisie EMO1,2. Havarijná komisia je sústredená v havarijnom riadiacom stredisku (HRS) a podporných strediskách OHO, odkiaľ koordinuje činnosť jednotlivých zložiek havarijnej odozvy.

Hlavné úlohy HK sú:

- riadenie a koordinácia všetkých činností podľa VHP na území JZ počas mimoriadnej udalosti
- riadenie a koordinácia všetkých zložiek OHO
- vyhlasovanie ochranných opatrení pre osoby na území JZ, v lokalite závodu JZ
- schvaľovanie havarijných dávok pre členov zásahových skupín

- poskytovanie prvej správy a doplňujúcich správ dozorným a nadriadeným orgánom s návrhom ochranných opatrení pre okolie

Členovia HK má nasledujúce členenie do pracovných skupín – stredísk:

- **HAVARIJNÉ RIADIACE STREDISKO (HRS)** - pracovisko, v ktorom pracuje riadiaca skupina, ktorá koordinuje činnosti zložiek ORGANIZÁCIE HAVARIJNEJ ODOZVY pri plnení opatrení na zmiernenie a obmedzenie následkov nehody alebo havárie, všetkých stupňov závažnosti.
- **STREDISKO technickej podpory (STP)** - pracovisko pre podporu personálu blokovej dozorne postihnutého bloku. Vykonáva analýzu stavu postihnutého bloku a určuje prognózu vývoja udalosti a v zmysle návodov SAMG riadi činnosť BD pri ťažkej havárii
- **STREDISKO LOGISTIKY A OCHRANY PERSONÁLU (SLOP)** – pracovisko pre koordináciu záchranných, lokalizačných, likvidačných a obnovovacích prác a pre prípravu a zavedenie prijatých ochranných opatrení na území JZ a v lokalite Mochovce.
- **MONITOROVACIE STREDISKO (MS)** - pracoviská (umiestnené na území JZ a aj mimo územia JZ) vykonávajúce monitorovanie a prognózu vývoja radiačnej situácie, odhad dávok v lokalite Mochovce a okolí JZ, prípravu podkladov pre určenie ochranných opatrení na území JZ a v okolí.
- **INFORMAČNÉ STREDISKO (IS)** – pracovisko pre prípravu podkladov pre informovanie verejnosti a masmédií a skupín pri SE, a.s., ÚJD SR, CO a pre orgány štátnej správy.

Členovia HK EMO vykonávajú pohotovostnú službu v týždenných intervaloch. V prípade vzniku udalosti sú na pokyn ZI členovia HK aktivovaní technickými prostriedkami nezávislého systému Paging a prostredníctvom vyzvučiacieho servera (automatický hlasová správa, SMS, E - Mail) so spätným potvrdením prijatej informácie.

Po vyhlásení udalosti na JZ sa slúžiaca zmena HK EMO1,2 sústreďuje v havarijnom riadiacom stredisku (HRS) alebo záložnom ZHRS v Leviciach. Časový limit pre sústredenie členov HK EMO na určenom pracovisku je v pracovnej dobe 20 minút, v mimopracovnej dobe 60 minút od prijmu signálu.

6.1.1.4. Opatrenia umožňujúce optimálne zásahy personálu

Na riešenie havarijnej udalosti na jadrovom zariadení sú v EMO1,2 pre obslužný personál pripravené predpisy a postupy pomocou ktorých je JZ uvedené do bezpečného stavu.

Základné princípy a postupy OHO sú uvedené v havarijnom pláne (VHP) EMO1,2 v predpisoch pre núdzové stavy (SORNS), predpisy pre havarijné opatrenia (HO), v návodoch pre riadenie ťažkých havárií (SAMG) a v technickej dokumentácii závodu nadväzujúcej na tieto predpisy. V týchto predpisoch sú stanovené zodpovednosti a kompetencie personálu JZ a členov OHO.

Na zmene sú hneď k dispozícii netechnologické zásahové skupiny – jednotky ZHÚ, FO, PZ, ktoré sú využívané pri záchranných, lokalizačných a likvidačných činnostiach hneď po vzniku iniciačnej udalosti. Ochrana zasahujúceho personálu počas havarijných stavov JZ z hľadiska ožiarenia a kontaminácie sa pokladá za jednu z najdôležitejších častí havarijnej odozvy. Po vyhlásení udalosti sa podľa závažnosti začnú uplatňovať opatrenia na ochranu zamestnancov jadrového zariadenia a ďalších osôb na území jadrového zariadenia v zmysle dokumentácie OHO. Niektoré z opatrení sa realizujú ihneď po vyhlásení udalosti 2. alebo 3. stupňa.

Krátkodobé zhromaždiská CO

Zhromaždiská CO, umiestnené v objektoch EMO1,2, slúžia pre zhromaždenie personálu v lokalite EMO. Svojim vybavením vytvárajú podmienky pre krátkodobý pobyt zamestnancov pri použití PIO. Všetky zhromaždiská CO sú vybavené základnými prostriedkami individuálnej ochrany v množstve podľa kapacity zhromaždiska, umožňujúcimi evakuáciu zo zhromaždiska do evakuačných dopravných prostriedkov. V zhromaždiskách CO sa nachádzajú spojovacie prostriedky, ručné dozimetrické prístroje na meranie povrchovej kontaminácie a príkonu dávky, zdravotný materiál a minerálne vody. Celková kapacita zhromaždisk je cca 800 osôb.

Stále úkryty CO

Využívajú sa na úkrytie zmenových zamestnancov a zasahujúceho personálu. Zároveň slúžia pre výdaj prostriedkov individuálnej ochrany a špecializovaného výstroja pre zasahujúce jednotky na území JZ. Stále úkryty CO spĺňajú podmienky pre dlhodobý pobyt zasahujúceho personálu, v súlade s Vyhláškou MV SR č. 532/2006, o podrobnostiach na zabezpečenie stavebnotechnických požiadaviek a technických podmienok zariadení CO. Kapacita úkrytov je max. 1200 osôb.

V úkrytoch CO sa nachádza filtračno-ventilačné zariadenie. Ďalej sú vybavené vodným hospodárstvom so samostatnými zásobnými nádržami na úžitkovú/pitnú vodu, systémom núdzového osvetlenia, dekontaminačným uzlom, spojovacími prostriedkami a ručné dozimetrické prístroje na meranie povrchovej kontaminácie a príkonu dávky. Pre ukrývaný personál je pripravený zdravotný materiál, minerálne vody v PET-flašiach a PIO.

Ochrana zasahujúceho personálu v rámci OHO

Strediská OHO v areáli EMO1,2

Na zabezpečenie činnosti OHO EMO1,2 sú na lokalite zariadenia pre havarijnú odozvu s dostupným prístrojovým vybavením pre rýchlu detekciu a priebežným vyhodnocovaním očakávaných udalostí a dostatočným logistickým zabezpečením.

Blokové dozorne

Sú primárnym strediskom pre riadenie havarijnej odozvy. [REDAKOVANÉ]

[REDAKOVANÉ] Majú dostatočné tienenie, vzduchotesnosť a ventiláciu, ktoré zabezpečujú pobyt po dobu požadovanú na ovládanie zariadení v priebehu havárií, bez toho, aby bol personál vystavený vyšším expozičným dávkam ako je prípustné. Pre prípad evakuácie z BD sú k dispozícii ND, núdzové blokované dozorne, odkiaľ je možné zabezpečovať základné bezpečnostné funkcie JE. BD a ND tvoria samostatné požiarne úseky a proti vniknutiu nežiaducich škodlivín sú chránené vnútorným pretlakom. Na BD a ND sú nainštalované filtračno-ventilačné zariadenia, s filtrami určenými na zachyt Ra-látok. Blokované dozorne sú vybavené komunikačnými prostriedkami (telefón, rádiostanice, rozhlas), zásobou vody a PIO.

Havarijné riadiace stredisko HRS EMO1,2

V areáli EMO1,2 je zriadené pracovisko HK EMO1,2 – Havarijné riadiace stredisko a ostatné podporné strediská, umiestnené v odolnom úkryte č.1 [REDAKOVANÉ] pod administratívnu budovu [REDAKOVANÉ]

[REDAKOVANÉ] Stavba má charakter odolného a plynotesného úkrytu a spĺňa kritériá Vyhlášky MV SR č. 532/2006 o podrobnostiach na zabezpečenie stavebno-technických požiadaviek a technických podmienok zariadení

CO. Budova je chránená proti prieniku Ra-látok v prípade ťažkej havárie na JZ a hermeticky chránená proti prieniku nebezpečných látok.

BD a ND neumožňujú dlhodobý pobyt personálu v prípade závažnej ťažkej havárie. Z toho dôvodu bude v priestoroch STP EMO1,2 zriadené v rámci projektu SAM, pracovisko pre operatívny personál oboch blokov BD1, BD2 a slúžiaceho ZI, ktoré zabezpečí podmienky pre dlhodobý pobyt.

HRS je komunikačne prepojené najmä s pracoviskom ZI, BD, DRK, MS-LRKO, ZHRS, ÚJD SR, štátnou a regionálnou správou a R-SE, je vybavené technologickým informačným systémom z oboch reaktorových blokov, TDS, on-line prenosom technologických a radiačných dát na ÚJD SR, aplikáciou ESTE EMO na určovanie zdrojových členov (ZČ), klasifikácie udalostí, stanovenie prognózy a ohodnotenie následkov havárie. Telekomunikačnú technológiu tvoria telefónne linky s prístupom do verejnej telefónnej siete, vyžarovače pre použitie mobilných telefónov, faxy, rozhlas a rádiokomunikačná sieť EMO. Členovia HK EMO1,2 majú k dispozícii najmä prevádzkovú dokumentáciu pre riešenie udalosti na JZ, predpisy pre núdzové stavy (SORNS), predpisy pre havarijne opatrenia (HO) a nadväzujúcu prevádzkovú dokumentáciu závodu.

Súčasťou HRS EMO1,2 je pracovisko pre OTP BD a slúžiaceho ZI, použiteľné v prípade vzniku ťažkej havárie. Toto pracovisko bude dobudované v rámci projektu SAM.

HRS EMO1,2 vytvára podmienky pre dlhodobú činnosť HK EMO1,2 najmenej na 5 dní. Pracovisko je využiteľné aj v prípade extrémnych prírodných podmienok, za predpokladu prejazdnosti vonkajších cestných komunikácií, prípadne náhradnou dopravou mimo komunikácií (obrným transportérom).

Záložné HRS

Slúži ako náhradné (záložné) pracovisko havarijnej komisie miesto HRS EMO1,2 v prípade nepriaznivej radiačnej situácie, požiaru alebo pri nepriaznivej poveternostnej situácii v lokalite Mochovce. Je umiestnené v objekte LRKO Levice a umožňuje krátkodobý pobyt členov havarijnej komisie. V záložnom HRS sú k dispozícii on-line informácie z Technologického informačného systému oboch blokov EMO1,2 a z Teledozimetrického systému, aplikácia ESTE EMO na určovanie zdrojového člena, klasifikáciu udalosti, stanovenie prognózy a ohodnotenie následkov havárie.

Ďalej sú k dispozícii spojovacie prostriedky (telefón, fax, rádiostanice) a technická dokumentácia. Budova je zabezpečená autonómnym elektrickým napájaním. Pre monitorovanie Ra-situácie sú použité prenosné dozimetrické prístroje na meranie dávkového príkonu a povrchovej kontaminácie, avšak bez filtračno-ventilačného zariadenia. Budova vzhľadom na vzdialenosť od lokality Mochovce nie je chránená proti prieniku Ra a nebezpečných látok a nie je seizmicky z odolnená.

Monitorovacie stredisko – vonkajšie vyhodnocovacie stredisko

Je umiestnené v objekte LRKO Levice. Slúži na monitorovanie, vyhodnocovanie a určenie prognózy radiačnej situácie v lokalite Mochovce a v okolí. Je vybavená prístupom do TDS, aplikáciou ESTE EMO na určovanie ZČ, stanovenie prognózy a ohodnotenie následkov havárie a aplikáciou GISMON a záložná aplikácia RMMS, na monitorovanie pohybu monitorovacích vozidiel. V LRKO sú spojovacie prostriedky (telefón, fax, rádiostanice) a dokumentácia pre riešenie udalosti na JZ, pre zasahujúci personál, minerálna voda a PIO. Pre prípad výpadku elektrického napájania je v budove samostatné napájanie II. kategórie - diesel generátor, oddelené od vonkajšej elektrickej siete. Budova LRKO plní len základné funkcie pre krátkodobý pobyt osôb. Budova je bez filtračno-ventilačného zariadenia, tj. nie je chránená proti prieniku Ra

a nebezpečných látok, nie je seizmicky zodolnená a je bez zásoby vody určenej na dekontamináciu pre zasahujúci personál, tj. budova nespĺňa podmienky pre dlhodobý pobyt v prípade havárie, či extrémnych poveternostných podmienok.

Prostriedky individuálnej ochrany

Prostriedky individuálnej ochrany (PIO) sú prostriedky pre dosiahnuteľnú ochranu dýchacích ciest, očí a povrchu tela pred účinkami ionizujúceho žiarenia, určené pre všetky osoby na území EMO.

Pracoviská nepretržitej prevádzky - prevádzka JZ, RC FO, ZHÚ, stanovišťa OaB SE a jednotky PZ, úkryty a zhromaždiská CO sú vybavené ochrannými maskami s filtrami na zachyt nebezpečných a Ra-látok, osobnými ochrannými balíčkami jednotlivca, jódomými tabletkami (KJ) a osobnými dozimetrami. Pre zamestnancov zmenovej prevádzky a členov zásahových jednotiek OHO EMO1,2, ktorí sa svojou činnosťou v kontaminovanom priestore podieľajú na likvidácii havarijnej udalosti sú určené špeciálne prostriedky, tj. špeciálny ochranný oblek a dýchací komplet. Pre prácu v KP má zasahujúci personál zabezpečené v prípade potreby dýchacie prístroje. Použitie špeciálnych PIO umožňuje personálu a službukonajúcim osobám pobyt v kontaminovanom prostredí na vykonanie potrebných činností, resp. na nevyhnutný zásah do technológie a záchrannárske práce.

Voda potrebná na funkcie hygienickej slučky

Zásoba vody, potrebnej na funkciu hygienickej slučky, na dekontamináciu sa v EMO1,2 nachádza v KP v nádržiach o objeme 3200 litrov. Nádrže sú trvalo naplnené vodou, okamžite pripravené k použitiu. Ďalšou možnosťou zabezpečenia vody potrebnej na dekontamináciu je k dispozícii zásoba požiarnej vody cez prostriedky ZHÚ o objeme 36000 litrov. Na prízemí prevádzkovej budovy sú prípojky pre napojenie požiarnej hadice z výtlaku čerpadla automobilovej cisternovej striekačky T 815 CA S 32. Pri zohľadnení potreby úžitkovej vody na dekontamináciu (2,5 litra – ruky, 40 litrov – sprchovanie) a využitiu prečerpania vody z cisterien 1x, je zásoba pre cca 922 osôb / deň.

Ďalšou možnosťou je využitie zásob pitnej vody napustenej do nádob v krytoch.

Pitná voda a potraviny pre zasahujúci personál

V EMO1,2 je okamžite pripravená k užitiu zásoba vody v úkrytoch a zhromaždiskách CO, v prevádzkových priestoroch, v LRKO a na vrátniciach v objeme cca 552 litrov. Ďalšia zásoba je v závodných bufetoch a jedálňach v objeme cca 1500 litrov. V HRS EMO1,2 je pripravená pitná voda vo fľašiach v objeme 165 litrov. Ďalšou možnosťou pre zásobu pitnej vody sú nádoby v krytoch o objeme 41950 litrov. Nádoby sú v súčasnej dobe prázdne. Po zvolaní členov úkrytového družstva do úkrytu a vyhlásení klasifikovanej udalosti členovia úkrytového družstva otvoria hlavné uzávery a sledujú napustenie uvedených nádob. Pri zohľadnení doporučenej potreby pitnej vody v súlade s legislatívou (3 litre osoba / deň), je uvedená zásoba dostačujúca pre zabezpečenie pitného režimu pre 1000 osôb / cca 14 dní. V prípade dostupnosti iba minerálnej vody zásoby zabezpečia pitný režim pre 739 osôb / deň.

V EMO1,2 je dodávateľsky zabezpečovaná mrazená strava pre potreby nepretržitej zmenovej prevádzky v jedálni. Súčasná zásoba mrazenej stravy je cca 3000ks. V prípade potreby je možné využiť i zásoby balenej stravy v bufetoch.

Monitorovanie radiačnej situácie v lokalite EMO a radiačná ochrana pracovníkov

Údaje o radiačnej situácii v prevádzkových priestoroch a na vybraných miestach územia JZ sú získavané pomocou systému radiačnej kontroly a detektorov TDS systému.

Na území JZ sú inštalované detektory na meranie príkonu dávky na prevádzkových budovách (5 miest). Meranie v iných miestach sa vykonáva pomocou prenosných prístrojov.

V zhromaždiskách CO, krytoch CO, ZHRS, BD, DRK, ZI, RC FO a na vrátnici EMO je dávkový príkon monitorovaný kontinuálne. Pracovníci, prichádzajúci do EMO1,2 za účelom zásahu alebo vystriedania zmeny, obdržia svoje PIO na hlavnej vrátnici EMO. Takto sú vybavené aj externé jednotky hasičov, zdravotnej služby, polície, vodiči evakuačných vozidiel a iní. ZHÚ v EMO disponuje svojím nezávislým dozimetrickým vybavením na monitorovanie obdržaných dávok.

V prípade radiačnej nehody alebo havárie nie je možné vylúčiť, že zamestnanci vykonávajúci záchranné a lokalizačné práce (členovia zásahových skupín) budú exponovaní žiarením nad limity bežnej prevádzky. Limity ožiarovania pre tieto činnosti sú stanovené v súlade s právnymi normami SR.

Procedurálna podpora AM, podpora pri rozhodovaní BD a skupín OHO

Implementácia Symptómovo orientovaných EOP

Projekt pre riadenie projektových a nadprojektových havárií je dlhodobý riadený proces prebiehajúci v etapách od roku 1995. Symptómovo orientované predpisy pre projektové a nadprojektové havarijné podmienky boli na EMO1,2 plne implementované v r. 1999 (pre udalosti iniciované počas výkonovej prevádzky) resp. v r. 2006 (pre udalosti iniciované pri odstavnom reaktore resp. v BSVP).

Vývoj a implementácia symptómovo orientovaných SAMG – projekt SAM

Následnou etapou bolo rozšírenie AM na oblasť zmierňovania následkov ťažkých havárií. Prvým krokom bol komplexný analytický projekt PHARE 4.2.7a Beyond Design Basis Accident Analysis and Accident Management, realizovaný v r. 1996-1998. Hlavnými cieľmi projektu bola analýza odozvy JE typu VVER440/213, identifikácia mechanizmov zlyhania kontajnementu v podmienkach ťažkej havárie a preverenie účinnosti základných stratégií identifikovaných pre západné kontajnementy pre kontajnementy V213. Na tento projekt nadväzovali dva ďalšie projekty PHARE 2.06 Analysis of the Need and of Alternatives for Filtered Venting of Containments a PHARE 2.07 Hydrogen Control During Severe Accidents, ktoré boli ukončené v r. 1999. Tieto tri projekty, ktorých dodávateľom bola firma Westinghouse a výskumné ústavy zo SR, ČR a Maďarskej republiky, sú komplexnou citlivostnou štúdiou zraniteľnosti blokov V213 v podmienkach ťažkej havárie a prípravná štúdia pre budovanie AM pri ťažkých haváriách iniciovaných internými udalosťami.

Na základe uvedených projektov bola v r. 2000 vypracovaná pravdepodobnostná štúdia PSA L2 JE V-2, ktorá bola jedným z východiskových podkladov pre vývoj špecifických návodov pre riadenie ťažkých havárií (SAMG).

Vývoj SAMG pre bloky typu V213 EBO3,4 a EMO1,2 sa realizoval v r. 2002 – 2004 v spolupráci s firmou Westinghouse, v spoločnom projekte EBO3,4 a EMO1,2. Na rozdiel od podobných projektov u západných JE bolo vedením SE rozhodnuté, že všetky identifikované mechanizmy zraniteľnosti kontajnementu V213 počas ťažkej havárie budú zmiernené prípadne preventívne eliminované vhodnou modifikáciou resp. rozšírením základného projektu V213. Priebežne boli vypracovávané návrhy takýchto

kľúčových modifikácií a boli realizované viaceré analytické projekty zamerané na overovanie ich realizovateľnosti a účinnosti vyvinutých stratégií v SAMG.

Projekt implementácie modifikácií na podporu riadenia ťažkých havárií na základe SAMG bol navrhnutý v súlade so všetkými požiadavkami a odporúčaniami v slovenskej legislatíve v rokoch 2006 -2008. Tieto sa premietli do Integrálneho plánu nápravných opatrení z periodického hodnotenia bezpečnosti EMO1,2 (ukončeného v r. 2009), schváleného v Rozhodnutí, ktorým ÚJD SR vydal povolenie na prevádzku na obdobie 10 rokov. Projekt implementácia SAM bol iniciovaný v r. 2009 ako spoločný projekt EBO3,4 a EMO1,2 s termínom ukončenia 2013 v EBO a 2015 v EMO1,2.

V počiatočnej etape Projektu implementácie SAM bol vypracovaný bezpečnostný koncept, ktorý definuje celkové bezpečnostné ciele, rozsah projektu, projektové základy (Design Basis) pre novo inštalované a modifikované zariadenia a projekčné zásady, ktoré majú byť systematicky v projekte dodržiavané. Bezpečnostný koncept bol posúdený ÚJD SR.

Modifikácie a úpravy v rámci projektu sa realizujú počas odstavok blokov, pri dodržiavaní všetkých pravidiel manažmentu kvality. Inštalácie, resp. s projektom súvisiace činnosti sú funkčne zaradené do nasledujúcich skupín:

- Modifikácie súvisiace so schopnosťou riadene odtlakovať PO
- Modifikácie potrebné pre zaplavovanie šachty reaktora a externé chladenie TNR
- Modifikácie súvisiace s riadením koncentrácie vodíka v kontajneroch
- Inštalácia a z odolňovanie SKR umožňujúceho manažment ťažkej havárie
- Modifikácie umožňujúceho prevenciu nadmerného podkladu v kontajneroch
- Modifikácie umožňujúce doplňovať chladivo z externého zdroja do reaktora a do bazénu skladovania vyhoreného paliva a spoľahlivé, časovo obmedzené spracovanie kontajneru z externého zdroja
- Modifikácie umožňujúce doplňovať chladivo do šachty reaktora, bazénu skladovania vyhoreného paliva a do nádrží externého zdroja pomocou mobilného zdroja cez pripojenie na vonkajšom plášti HVB a BPP
- Inštalácia nezávislého 6 kV DG a príslušného elektrického vybavenia umožňujúceho napájanie spotrebičov SAM a vybraných kritických spotrebičov bloku v podmienkach ťažkej havárie sprevádzanej úplnou stratou napájania vlastnej spotreby

Súčasťou projektu je vypracovanie dokumentácie patriacej do licenčnej základne (komplexné deterministické a pravdepodobnostné preukázanie prínosu projektu), aktualizácia SAMG podľa skutočného stavu projektu po inštalácii modifikácií a nových zariadení, výcvik personálu BD a špecializovaných tímov OHO a validácia SAMG.

Dlhodobý odvod tepla z kontajneru po ťažkej havárii je riešený obnovovaním prevádzkyschopnosti projektových zariadení bloku (sprchový systém kontajneru). Bola vypracovaná štúdia využiteľnosti alternatívnych systémov a štúdia realizovateľnosti obnovovania odvodu tepla z kontajneru.

Vzhľadom na to, že projekt implementácie SAM je zameraný na posilnenie 4. úrovne ochrany do hĺbky, boli v rámci prípravy projektu nadefinované jednotné požiadavky na projekčné zásady, ktoré je potrebné pri vývoji konkrétnych HW riešení jednotne a konzistentne aplikovať. Tieto princípy sú v súlade s odporúčeniami a pravidlami platnými v súčasnosti. Princípy sú súčasťou bezpečnostného konceptu, ktorý bol schválený UJD SR.

V súlade s platnými prístupmi k riadeniu ťažkých havárií v čase iniciácie projektu SAM, projekt vychádza z predpokladu vzniku ťažkej havárie iba na jednom z dvojice blokov. Modifikácie SAM majú aktívne prvky priradené konkrétnemu bloku, pasívne prvky (nádrže, potrubia, ...) a spotrebné hmoty (chladivo, palivo, ...) môžu byť využívané pre oba bloky.

Dlhodobé aspekty ťažkých havárií majú byť zvládané pomocou existujúcich systémov, ak sa dá realisticky posúdiť, že tieto systémy je možné opraviť alebo obnoviť ich činnosť operátorom počas havárie tak, že budú schopné splniť požadovanú bezpečnostnú funkciu. Možno na to využiť zariadenia určené pre normálnu prevádzku, abnormálnu prevádzku, bezpečnostné systémy určené pre riadenie projektových havárií alebo systémy určené na riadenie ťažkých nadprojektových havárií. Možno využívať zariadenia spoločné pre dva bloky alebo prepojenia medzi nimi. Časový interval na to sa môže stanoviť v rozmedzí od 12 hodín do 72 hodín.

6.1.1.5. Využívanie externej technickej podpory

Pre zabezpečenie odbornej technickej a personálnej pomoci pri haváriách na JZ EMO1,2 sú uzatvorené dohody o spolupráci s externými organizáciami. Spôsob a rozsah spolupráce externých orgánov a organizácií zahrnutých do havarijného plánovania EMO1,2 je určený platnou legislatívou (ÚJD SR, MV SR, ÚVZ SR, OCO a KR ObÚ v pásme ohrozenia EMO1,2 a OÚ).

Pre zabezpečenie odbornej technickej a personálnej pomoci pri haváriách na JZ je uzatvorená dohoda o spolupráci s VÚJE, a.s. a ÚJD SR.

V prípade, kde spoluprácu neurčuje žiadna legislatíva, sú uzatvorené súčinnostné dohody o spolupráci s externými organizáciami, na základe ktorých je zabezpečované doplnkové rádiologické monitorovanie okolia lokality JE, zdravotnícke zabezpečenie, požiarne služby apod. S OR HaZZ Levice je podpísaná Dohoda o vzájomnej spolupráci pri zdolávaní požiarov, odstraňovaní následkov havárií, živelných pohrôm a iných mimoriadnych udalostí.

Orgány a organizácie sú vybavené vlastným zariadením a majú pre tento účel vyškolených a vycvičených zamestnancov.

R-SE zabezpečuje zmluvné vzťahy s klinikami, stanovenými MZ SR pre trvalú pripravenosť určených kliník na poskytovanie špecializovaných zdravotníckych služieb pre prípad mimoriadnych udalostí v SE, a.s. alebo pri Transporte ra–materiálov. R-SE taktiež zabezpečuje zmluvné vzťahy s MV SR (Dohoda o vzájomnej spolupráci pri zabezpečovaní informačného systému civilnej ochrany a poskytovaní pomoci organizačnými jednotkami Hasičského a záchranného zboru) pre poskytovanie pomoci zložkami HaZZ závozom SE, a.s. (EMO) pri vykonávaní činností potrebných na zdolávanie a odstraňovanie následkov požiarov a jadrovej havárie, pri obnove postihnutého územia, vrátane výpomoci v areáli týchto závodov.

6.1.1.6. Predpisy, výcvik a cvičenia

Predpisy a návody, havarijné pracovné postupy v rámci OHO a iná potrebná dokumentácia je k dispozícii na miestach, kde je sústredený odborný personál zasahujúcej zmeny. Personál je pravidelne školený a trénovaný na používanie predpisov a havarijných postupov.

Predpisy a havarijné postupy sú zrozumiteľné a jasné a štruktúra postupov je optimálna z užívateľského hľadiska. Zodpovednosti a spôsob používania sú v príslušných dokumentoch jasne definované.

Hlavnými havarijnými predpismi, ktoré sa zaoberajú poruchami, nehodami a núdzovými stavmi bloku sú:

- predpisy pre likvidáciu poruchových stavov - LPS,
- predpisy pre núdzovú prevádzku - SORNS,
- predpisy pre riadenie ťažkých havárií - SAMG,
- požiarne predpisy
- havarijné postupy - HO.

LPS a SORNS predpisy používajú operátori na blokovej dozorni a vykonávajú podľa nich predpísané činnosti v prípade výskytu porúch komponentov a systémov JE a v prípade výskytu havarijných udalostí alebo externých ohrození.

Predpisy zodpovedajú vlastnostiam jadrového bloku a postupy riešenia havárie v nich uvedené zabránia poškodeniu aktívnej zóny reaktora. Operatívny personál BD postupuje pri riešení havarijnej udalosti presne podľa platných SORNS predpisov.

Ak v priebehu riešenia havarijnej udalosti je zvolaná HK EMO1,2 a aktivované Stredisko technickej podpory (STP), ich členovia hodnotia a sledujú vývoj havárie, kritické bezpečnostné funkcie bloku a poskytujú konzultácie o postupe riešenia. STP je pre tieto účely vybavené okrem predpisov SORNS aj špeciálnym dokumentom – Manuál STP.

V prípade prechodu havárie do ťažkej havárie, činnosti podľa SORNS predpisov nie sú už efektívne, preto sa prechádza z predpisov pre núdzovú prevádzku SORNS do predpisov pre riadenie ťažkých havárií SAMG. Rozhodnutie o prechode zo SORNS do SAMG je vykonané na základe stanovených kritérií. Celkovým cieľom SAMG je zabrániť alebo minimalizovať únik látok do okolia a zachovať integritu bariér.

Jadrová elektrárň má spracovaný plán prípravy personálu, ktorý zaistí, že všetci pracovníci EMO1,2 a SE, a.s. sú primerane pripravení na zavádzanie ochranných opatrení a odozvy na vznik udalosti. Pre členov organizácie havarijnej odozvy je zabezpečený osobitná odborná príprava, cvičenia a výcvik. Príprava ostatného personálu EMO1,2, SE a.s. a personálu iných subjektov v lokalite Mochovce, zahŕňa školenie z príslušných častí havarijného plánu.

Nástupná inštrukcia o havarijnom pláne je súčasťou prijímacieho konania všetkých nastupujúcich zamestnancov. V nasledujúcom období je personál zaradený do programu základného periodického školenia kde je podrobne oboznámený s organizáciou OHO. Súčasťou je oboznámenie so základmi ochrany pred účinkami ionizujúceho žiarenia.

Školenie členov OHO

Úvodnou etapou havarijnej prípravy je teoretická príprava – školenie. Všeobecnú teoretickú prípravu absolvujú všetky osoby na území JZ, formou vstupného, nástupného a periodického školenia. Okrem toho zamestnanci, zaradení do OHO sú pripravovaní na odborné činnosti, vyplývajúce z tohto zaradenia. Po absolvovaní teoretickej prípravy je realizovaná praktická príprava vo forme nácvikov a cvičení.

Za účelom udržiavania zručnosti pri práci a osvojovania zmien v SW a HW vybavení v havarijných a podporných strediskách je do harmonogramu nácvikov a cvičení 2x ročne zaradený aj nácvik, resp. cvičenie pohotovostných zmien OHO v HRS, STP, SLOP, MS, IS, ktorý môže byť spojený so scenárom havarijných cvičení alebo v rámci kontroly pripravenosti a používania technických prostriedkov. Nácviky sa vykonávajú v oblastiach ako je spojenie, likvidácia požiarov, monitorovanie radiačnej situácie, evakuácia z ohrozených priestorov. Zásahové družstvo zmeny absolvuje nácvik z činností zameraných na zdravotnícku pomoc, na pomoc ZHÚ a spohotovenie úkrytu CO. Zásahové skupiny ako ZHÚ, OaB SE a PZ majú špecifické programy prípravy, vyplývajúce z ich odbornej činnosti. Súčasne sú precvičovaní ako zložky OHO. Hasiči a prevádzkový personál vykonáva cvičenia napr. aj na havarijné dopĺňovanie PG, resp. pri simulovanej strate surovej vody – dovoz vody mobilnými prostriedkami v rámci odbornej prípravy

Operatívny personál BD (ZI, VRB, OPO,OSO) je pravidelne školený a preverovaný v súlade s licenciou prevádzkovateľa. Na ich prípravu sa využíva plnorozsahový simulátor v EMO a školiace a výcvikové stredisko v Trnave

Nácviky a cvičenia zložiek OHO a HK (absolvujú všetky zmeny) sa vykonávajú min 2-krát za rok. Na simulátore sa vykonáva praktický výcvik spolu s OTP BD podľa ročného HMG.

Celoareálové cvičenie z VHP so zapojením útvarov OHO a ostatných osôb pôsobiacich na území JZ a lokalite EMO pre preukázanie havarijnej pripravenosti v súlade s HP a uplatnením prijatých pravidiel vykonania cvičenia sa vykonáva 1x za rok.

Súčinnostné cvičenie so zapojením externých orgánov a organizácií sa vykonáva 1x za 3 roky.

6.1.2. Možnosti využívať existujúce zariadenie

6.1.2.1. Opatrenia umožňujúce používať mobilné zariadenia (disponovanie s takýmito zariadeniami, čas potrebný na ich inštaláciu a na ich uvedenie do prevádzky)

V JE EMO sú k dispozícii rôzne mobilné zariadenia nasledujúcich typov :

- a) Ponomé čerpadlá (v správe hasičského útvaru a skupiny podpory prevádzky)
- b) Prenosné generátory (v správe hasičského útvaru)
- c) Mobilné DG (pre SBO) sú v procese obstarávania
- d) Mobilné požiarne čerpadlá (v správe hasičského útvaru)
- e) Mobilný (prenosný) transformátor 6 KV/0,4 kV (v správe elektro)
- f) Prenosný usmerňovač (v správe elektro)

Tieto zariadenia sú spravované jednotlivými útvarmi. V rámci projektu implementácie SAM v jeho záverečnej etape pri validácii postupov SAMG bude identifikovaná potreba a možnosť využívania týchto mobilných zariadení a bude zavedený program ich testovania a udržiavania v stave zodpovedajúcom validácii postupov.

6.1.2.2. Opatrenia a riadenie zásob médií (palivo pre DG a pod.)**Zásoba pracovných médií pre DG ako núdzových zdrojov elektrického napájania.**

V lokalite EMO1,2 sa nachádzajú dva nezávislé reaktorové bloky. Každý jadrový blok má nainštalované 3 nezávislé núdzové zdroje elektrickej energie – diesel generátory (DG).

Každý DG ako nezávislý núdzový zdroj el. energie je vybavený vlastnou nádržou 6 m³ paliva a dvoma externými nádržami so zásobou paliva 100 m³. Zásoba paliva postačuje pri reálnej výkonovej záťaži na 240 hodín prevádzky t.j. 10 dní .

Pre každý DG je k dispozícii palivo minimálne na 10 dní prevádzky na výkone.

Na odvod tepla je potrebná prevádzka jedného DG na blok.

Zásoba ostatných materiálov pre riešenie havárií v rámci OHO EMO1,2

Zásoba kyseliny boritej v granulovanej forme mimo technologických okruhov je 1000kg

Zásoba antidot na určených miestach v lokalite EMO1,2 je cca 6 500 balení KJ, t.j. 26 000 tabliet.

6.1.2.3. Riadenie rádioaktívnych výpustí, opatrenia na ich obmedzenie

Základným projektovým prostriedkom pre riadenie a obmedzovanie rádioaktívnych únikov je zachovanie funkcií kontajnementu. Všetky mechanizmy počas ťažkých havárií, ktoré ohrozujú funkcie kontajnementu sú predmetom špeciálnych návodov v rámci SAMG alebo sú aspoň jedným z vedľajších cieľov stratégií riešiacich iné aspekty. Využívanie novo inštalovaných systémov a modifikácií pre splnenie uvedených cieľov:

Integrita rozhrania kontajnementu	rušič vákua sprchovanie z externého núdzového zdroja PAR In-vessel retention a prevencia HPME Odtlakovanie PO
HPME	Odtlakovanie PO Mobilné čerpadlá cez SHN
Zníženie aktivity v kontajnemente	Sprchovanie z núdzového zdroja
Dlhodobý management tlaku v kontajnemente	Sprchovanie z núdzového zdroja PAR
Izolovanie trás cez stenu kontajnementu	Pôvodné projektové riešenia, zlepšenie monitorovania parametrov radiačnej situácie

Ako je podrobne rozobrané v kapitole 6.2, v rámci projektu implementácie SAM je inštalovaná sada modifikácií projektu resp. doplnenie nových systémov, ktoré zvyšujú spoľahlivosť vykonateľnosti stratégií v SAMG vo všetkých týchto oblastiach. Všeobecné popisy sú uvedené v príslušných častiach kapitoly.

Obmedzovanie radiačných únikov z JE podporuje implementácia systému ESTE, ktorý okrem predikcie zdrojových členov pre účely havarijného plánovania a ich aktualizácie na základe monitorovania reálnych radiačných údajov v lokalite v okolí JE umožňuje predikciu radiačnej situácie a umožňuje optimalizáciu dlhodobých zásahov zameraných na jej zlepšenie.

Z funkčného hľadiska je radiačná kontrola rozdelená na:

- a) radiačná kontrola pracovného prostredia
 - Meranie dávkového príkonu žiarenia gama v prevádzkových priestoroch, HVB, BPP a areáli JE
 - Meranie objemovej aktivity plynov kontinuálnym odberovým systémom vzoriek vzduchu z jednotlivých miestností.
 - Meranie objemovej aktivity aerosólov v prevádzkových priestoroch kontinuálnym meraním pomocou snímačov BDAB a prenosnými prístrojmi pre kontinuálne meranie aerosólov
- b) technologická radiačná kontrola,

Technologický systém radiačnej kontroly (TSRK) predstavuje autonómnu jednotku. Pracuje kontinuálne a nezávisle na funkcii ostatných systémov JE, obsahuje 400 meracích kanálov. Okrem TSRK je monitorovanie radiačnej situácie zabezpečené samostatnými stabilnými prístrojmi radiačnej kontroly. Snímače sú umiestnené v prevádzkových priestoroch a dôležitých technologických zariadeniach a zaisťujú merania, ktoré nie sú monitorované systémom TSRK. Signálno-meracie bloky samostatných prístrojov sa nachádzajú na mieste merania, v dozorni radiačnej kontroly (DRK) alebo na BD.
- c) radiačná kontrola výpusť a okolia
- d) osobná dozimetrická kontrola.

6.1.2.4. Komunikácia a informačné systémy (interné a externé)

V EMO1,2 sa v prípade nefunkčnej mobilnej a pevnej telefónnej siete na zabezpečenie komunikácie využívajú stabilné a prenosné rádiostanice. Rádiostanice sú rozmiestnené najmä na útvaroch prevádzka, dozimetria, elektro, SKR, údržba, FO (FO a OaB SE) a ZHÚ. Zároveň na komunikáciu so zásahovým personálom sú k dispozícii rádiostanice v zariadeniach OHO EMO, t.j. v HRS EMO1,2, ZHRS Levice, VVS Levice, v úkrytoch CO. Celkom sa v EMO1,2 využíva na komunikáciu cca 400 ks rádiostaníc. ZHÚ EMO je spojený rádiostanicou s miestnou batériou s Krajským operačným strediskom HaZZ.

Technickým prostriedkom vyznievacieho systému EMO1,2, určeného na vyznievanie zamestnancov prevádzky a osôb zaradených do OHO EMO1,2 sú pagery, ktoré zabezpečujú príjem jednosmernej informácie. V EMO1,2 je k dispozícii 300 pagerov a zároveň je pre jednosmerné informovanie starostov a primátorov obcí v pásme ohrozenia EMO rozdáných 203 ks pagerov. Tieto prijímače sú určené na informovanie zástupcov samosprávy a štátnej správy v 20 km oblasti ohrozenia EMO1,2. Pagery sú súčasťou systému vyznievania EMO. Systém paging spolu s vysielacou infraštruktúrou je nezávislým systémom na verejných komunikačných sieťach.

Sekundárnym technickým prostriedkom vyzrozumievacieho systému EMO1,2 je vyzrozumievací server EMO, ktorý zabezpečuje vyzrozumenie zamestnancov zaradených do OHO EMO a zástupcov samosprávy a štátnej správy v oblasti ohrozenia EMO na mobilné a pevné telefónny prostredníctvom hlasových správ, SMS a E-mailov. Vyzrozumievací server zabezpečuje pre odosielateľa správy spätnú väzbu o doručení príslušnej informácie. V prípade preťaženia verejných telefónnych sietí sa nezaručuje doručenie odosielanej informácie.

Vyzrozumenie zamestnancov EMO1,2 o vzniku mimoriadnej udalosti sa realizuje domácim (závodným) rozhlasom, ktorý je integrovaný do vnútorného systému varovania EMO1,2. V prípade potreby je možné využiť sirény (vnútorný systém varovania EMO1,2) na informovanie zamestnancov o hroziacom nebezpečenstve. Pre varovanie zamestnancov a obyvateľov v pásme ohrozenia EMO v prípade vzniku mimoriadnej udalosti sa využíva systém varovania EMO, ktorý má cca 186 koncových prvkov - elektronických sirén, so záložným zdrojom napájania minimálne na 72 hodín. Sirénami je možné vysielat' varovací signál a prostredníctvom modulu miestneho ovládania umožňuje aj hlásenie cez mikrofón pre informovanie obyvateľov o hroziacom nebezpečenstve.

Informačný systém OHO EMO1,2 lokalizovaný na území JZ-EMO a v budove LRKO v Levice, tvorí:

- celopodniková sieť EMO s internetom, elektronickou poštou a vyhradenou elektronickou poštou na krízovú komunikáciu
- technologická informačná počítačová sieť TPS
- centrálny počítačový systém radiačnej kontroly s TDS
- informačný systém FO na evidenciu pohybu osôb a členov OHO
- prognostický a klasifikačný SW nástroj (ESTE)

Informačný systém poskytuje aktuálne údaje v reálnom čase o stave technologických systémov a radiačnej situácie na bloku, na území a v okolí JZ, aktuálnych informácií o meteorologickej situácii, o stave osôb a na území JZ a v lokalite EMO. Terminály informačného systému sa nachádzajú v strediskách OHO, pracoviskách OHO, ZHRS a na R-SE a ÚJD SR. Prostriedky informačného systému OHO majú zálohované elektrické napájanie.

6.1.3. Posúdenie faktorov, ktoré by mohli negatívne ovplyvniť AM a príslušné náhradné opatrenia

6.1.3.1. Významná deštrukcia infraštruktúry alebo zaplavenie znemožňujúce dostupnosť

Členovia OHO EMO1,2 vykonávajú činnosť v rámci havarijného riadiaceho strediska (HRS), ktoré je umiestnené na území EMO1,2. Stavba má charakter odolného a plynutesného úkrytu a spĺňa požiadavky na zariadenia CO.

Úkryt je chránený proti prieniku Ra-látok v prípade ťažkej havárie na JZ a hermeticky chránený proti prieniku nebezpečných látok, je vybavený vodným hospodárstvom so samostatnými zásobnými nádržami na úžitkovú a pitnú vodu, systémom núdzového osvetlenia, dekontaminačným uzlom, dozimetrickou sondou na meranie dávkového príkonu a objemovej koncentrácie jódu, zdravotným materiálom, stravou, minerálnou vodou a PIO. Je nainštalované samostatné napájanie diesel-generátorom. Vybavenie stredísk OHO vytvára podmienky pre dlhodobú činnosť HK EMO1,2. Pracovisko je využiteľné aj v prípade extrémnych

prírodných podmienok, za predpokladu prejazdnosti vonkajších cestných komunikácií, prípadne náhradnou dopravou mimo komunikácií.

Jadrové zariadenie - elektráreň Mochovce sa nachádza v katastrálnom území obce Kalná nad Hronom, v blízkosti bývalej obce Mochovce, v bode vzdialenom vzdušnou čiarou 12 km od Levíc, 14 km od Zlatých Moraviec a 11 km od Vrábľov. V okolí lokality Mochovce sa nachádza vodné dielo Kozmálovce a rieka Hron.

Vzhľadom k veľkému geodetickému rozdielu v nadmorských výškach, geografickým pomerom a polohe vodného diela Kozmálovce vzhľadom na areál JE Mochovce je zaplavenie areálu z rieky Hron a vodného diela Veľké Kozmálovce nereálne. Podobne aj zaplavenie areálu JE Mochovce v dôsledku porušenia nádrží 2 x 6000 m³ vodojemu surovej vody je možné vylúčiť z hľadiska reliéfu a umiestnenia tohto objektu.

Vzhľadom k výškovému a situačnému umiestneniu areálu JE nehrozí vlastnému areálu zaplavenie v dôsledku prítoku zrážkových vôd z priľahlých extravilánov elektrárne. Prístupové dopravné komunikácie na lokalitu Mochovce môžu byť ohrozené riekou Hron.

Potenciálne ohrozené sú prístupové cesty na lokalitu zo smeru Levice a Timače. Pri väčšom poškodení povrchu vozoviek a zaplavení je doprava slúžiacich členov HK EMO1,2 a zásahového personálu možná náhradnou dopravou mimo komunikácií prostriedkami 13. Mechanizačného práporu Levice na základe dohody o spolupráci s armádou. Pre zabezpečenie záchranných, likvidačných, vyprošťovacích a vyslobodzovacích prác je možnosť využiť 2 žeriavy a 2 valníky, ktoré má v súčasnej dobe k dispozícii útvar údržby.

Pre zabezpečenie činností 16 členov OHO EMO1,2 a ich dopravy na pracovisko v prípade udalosti na JZ sú pridelené 4 osobné pohotovostné vozidlá, ktoré majú za povinnosť zabezpečiť dovoz ďalších slúžiacich členov OHO EMO1,2. Pre dovoz zamestnancov pri neštandardných a kalamitných situáciách je popísaný postup v HO/ 8707 - Zvoz zamestnancov v neštandardných a kalamitných situáciách.

6.1.3.2. Strata komunikačných zariadení/ systémov

Komunikačné prostriedky v rámci OHO – pevná sieť a rádiosieť

Komunikačné zariadenia pevnej siete EMO1,2 sú napájané z telefónnej ústredne, so zdrojmi, ktoré sú redundantné a v prípade straty elektrického napájania zo siete sú zálohované akumulátormi po dobu 10 hodín. Nezávisle komunikačné zariadenia pre priame pevné spojenie blokovej dozorne s určenými miestami v technológii bloku v prípade straty elektrického napájania zo siete sú zálohované akumulátormi po dobu 10 hodín. Personál zmeny t.j. blokové dozorne a zásahový zmenový personál je kompletne vybavený rádiostanicami, ktoré umožňujú komunikáciu po dobu 10 hodín bez dobíjania.

V EMO1,2 sa v prípade straty mobilnej a pevnej telefónnej siete na zabezpečenie komunikácie využívajú rádiostanice. Rádiostanice sú okrem prevádzky EMO1,2 v zariadeniach OHO EMO1,2, tj. v HRS EMO1,2, ZHRS Levice, v úkrytoch CO a zhromaždiskách CO a ZHÚ. Celkom sa v EMO1,2 využíva na komunikáciu cca 400 ks rádiostaníc. ZHÚ EMO je spojený rádiostanicou s miestnou batériou s Krajským operačným strediskom HaZZ.

Vyrozumievací a zvolávací systém

Technickým prostriedkom vyrozumievacieho systému EMO1,2 určeného na vyrozumenie zamestnancov prevádzky a osôb zaradených do OHO EMO1,2 sú pagery, ktoré zabezpečujú príjem

jednosmernej informácie podobne sú vyzrobené aj obce a zástupcovia štátnej správy v 20 km oblasti ohrozenia. Vyrozmievacia pagingová rádiosieť je v prípade straty elektrického napájania zo siete napájaná pevne zabudovanými záložnými napájacími zdrojmi (akumulátormi). Paging spolu s vysielacou infraštruktúrou je nezávislým systémom na verejných komunikačných sieťach.

6.1.3.3. Negatívny vplyv vysokých lokálnych dávok, rádioaktívnej kontaminácie a deštrukcie niektorých zariadení na vykonateľnosť činností

Návody SAMG v svojej podstate počítajú s nedostupnosťou niektorých zariadení alebo ich zlyhaním v dôsledku ťažkej havárie. Z tohto dôvodu sú stratégie postavené pre alternatívne postupy. Zariadenia inštalované v rámci projektu SAM v zmysle zadania projektu sú projektované tak, aby bola vysoká miera pravdepodobnosti zachovania ich funkcie v podmienkach ťažkej havárie.

Pre krajné situácie, pri ktorých by došlo k zlyhaniu/ deštrukcii aj novo inštalovaných systémov je v rámci projektu SAM inštalovaná trojica potrubí vyústených na plášti budovy HVB a BPP, ktoré poskytujú redundantnú možnosť dopĺňovania chladiva z externého mobilného zdroja na kľúčové miesta z hľadiska minimalizácie následkov udalosti: a) do šachty reaktora na zachovanie odvodu tepla z TNR a prevenciu ex-vessel fázy, b) do bazénu skladovania vyhoreného paliva zhora, nezávisle na systéme chladenia bazénu a c) dopĺňovanie nádrží núdzového zdroja chladiva (z ktorého je možné dopĺňovať chladivo do reaktora a do sprchového systému kontajnementu pre dlhodobý odvod tepla z kontajnementu).

Lokálne radiačné podmienky v technológii môžu ovplyvniť vykonateľnosť činností potrebných pre obnovenie zariadení nutných pre dlhodobé riešenie ťažkej havárie (napr. zariadenie pre odvod tepla z kontajnementu). V súčasnosti nie sú k dispozícii informácie, ktoré sú potrebné pre komplexné riešenie problematiky. Doplnenie bude vykonané v záverečnej fáze implementácie projektu SAM.

6.1.3.4. Dopady na dostupnosť a obývateľnosť hlavnej a núdzovej BD, opatrenia na prevenciu alebo riadenie takejto situácie

Obývateľnosť blokovej dozorne a núdzovej dozorne (v menšom rozsahu) bola posilnená v rámci projektu, kedy boli nainštalované nasledujúce modifikácie základného projektu:

- Inovácia ventilačného systému BD a umožnenie recirkulačného módu jeho prevádzky
- Doplnenie jódomých filtrov
- Utesnenie celého priestoru BD a zamurovanie okien, vytvorenie možnosti pretlakového režimu pre minimalizáciu prienikov rádioaktivity zvonku
- Utesnenie káblových priestorov pod BD a ND proti prieniku dymu

Pri vysokej radiačnej záťaži, najmä počas hypotetických ťažkých havárií pri otvorenom reaktore, by mohli byť priestory BD pri súčasnom zodolnení dlhodobe neobývateľné. Z tohto dôvodu bude v rámci rekonštrukcie havarijných a podporných stredísk OHO, radiačne chránených (bunkrového typu), vytvorená možnosť ovládať vybrané novo inštalované zariadenia pre SAM, potrebné v dlhodobom horizonte. Potrebný systém SKR a napájania týchto spotrebičov je súčasťou projektu implementácie SAM.

6.1.3.5. Dopady na rôzne objekty využívané krízovým tímom alebo potrebným pre riadenie havárie

Novo vybudované priestory pre krízový tím (HRS) je budované ako podzemný bunker odolný proti všetkým predpokladateľným vplyvom ťažkej havárie pri otvorenom reaktore, príslušný zdrojový člen bol použitý ako projekčné zadanie pre dimenzovanie krytu. Bunker je vybavený zdrojom technického vzduchu pre vnútorný okruh a filtrami na odstraňovanie CO a dopĺňovanie kyslíka, čo poskytuje možnosť autonómneho existovania počas kritických fáz ťažkej havárie (pri úniku interných plynov). Dimenzovanie bunkra je dostatočné pre dve zmeny OHO a posádku z BD oboch jadrových blokov.

V prípade rozsiahlej havárie sa členovia OHO schádzajú v Leviciach v záložnom HRS na hranici zóny ohrozenia.

6.1.3.6. Realizovateľnosť a efektívnosť opatrení AM v podmienkach extrémnych externých udalostí (zemetrasenie, záplavy)

Prevažná väčšina činností, ktoré sú potrebné pre riadenie ťažkých havárií sú riadené z BD resp. z HRS, ktoré nie sú priamo ohrozené účinkami extrémnych externých udalostí. Zariadenia inštalované v rámci projektu SAM sú umiestnené v budovách, ktoré sú odolné proti externým vplyvom (seizmická do rozsahu SSE) a preto ich použiteľnosť a dostupnosť nebude ovplyvnená externou udalosťou. To znamená, že riadenie ťažkých havárií v dôsledku extrémnych externých udalostí je zabezpečené v rozsahu ako v prípade interných iniciátorov.

Interné záplavy spôsobené externou záplavou sú priebežne riešené už prijatými opatreniami a je predpoklad preventívne zabrániť eskalácii udalosti v ťažkú haváriu.

6.1.3.7. Neprevádzkyschopnosť zdrojov napájania

Predpoklad neprevádzkyschopnosť zdrojov napájania počas ťažkej havárie je jedným z východísk projektu implementácie SAM a je riešená preventívne zvýšením redundancie zdrojov v odolnom prevedení (aj proti extrémnym podmienkam počasia). Všetky spotrebiče inštalované v rámci projektu SAM sú okrem základného napájania z existujúcich systémov napájané aj z DG-SAM, ktorý je nezávislý na existujúcich systémoch, predstavuje teda redundantný zdroj elektrického napájania. Popis napájania vlastnej spotreby, zahrňujúci pripojenie nového DG-SAM a dodatočných mobilných zdrojov napájania 0,4 kV pre udalosť SBO je v kap. 1 tejto správy.

6.1.3.8. Potenciálne zlyhania prístrojového vybavenia

Predpoklad potenciálnej neprevádzkyschopnosti niektorých meracích obvodov je jedným z východísk projektu implementácie SAM. Stratégie v SAMG sú navrhnuté tak, aby bolo možné ich vykonať a monitorovať ich účinnosť na základe diverzných meraní, aby sa tak znížila ich zraniteľnosť v prípade zlyhania niektorých meraní.

Pri iniciácii projektu SAM boli definované projektové zásady a požiadavky na SKR novo inštalovaných systémov. Napriek tomu, že sa priamo nepožaduje kvalifikácia inštrumentácie na podmienky ťažkej havárie, musí byť preukázaná schopnosť prežitia v reálnych podmienkach. Boli vypracované analýzy pre stanovenie termohydraulických a radiačných parametrov v priestoroch rozmiestnenia novo inštalovaného SKR a na ich základe boli definované požiadavky na inštalované zariadenia SKR.

6.1.3.9. Potenciálne vplyvy susedných zariadení v lokalite

Projekt implementácie SAM je koncipovaný na základe východiskového predpokladu vzniku ťažkej havárie iba na jednom z jadrových blokov EMO1,2 v súlade s existujúcimi pravidlami. Niektoré projektové riešenia projektu (DG-SAM, núdzový zdroj napájania) zahŕňujú spoločné prvky zdieľané oboma blokmi, takže interferencia medzi blokmi a z nej vyplývajúce ovplyvňovanie pri riadení ťažkej havárie nie je možné vylúčiť. Podobné vzájomné väzby existujú aj v technológii aj v oblasti potenciálneho vzájomného ovplyvnenia pri ťažkej havárii na jednom z blokov, ako vyplýva z relatívnej blízkosti BD a ND, spoločnej strojovne a spoločného reaktorového sálu pre oba bloky.

V lokalite nie sú žiadne ďalšie významné inštalácie, ktorých pôsobenie by mohlo vyvolať ťažkú haváriu alebo ovplyvniť AM ťažkej havárie iniciovanej na jednom z blokov.

6.1.4. Možné opatrenia na zlepšenie schopnosti riadenia havárií

V súčasnosti prebieha implementácia projektu SAM na EMO1,2 podľa pôvodne definovaného rozsahu, ktorý vytvára predpoklady pre riadenie ťažkej havárie na jednom z dvoch blokov EMO1,2. Po ukončení projektu bude posúdená možnosť rozšírenia riešenia pre prípad vzniku ťažkej havárie na oboch blokoch.

Ďalšie vylepšovania SAMG a spracovanie dodatočných podporných materiálov pre rozhodovanie tímu SAMG a BD budú prijaté na základe výsledkov validácie SAMG v závere projektu.

6.2. ZACHOVANIE INTEGRITY KONTAJNMENTU PO VZNIKU VÝZNAMNÉHO POŠKODENIA PALIVA V AZ (AŽ DO JEJ ROZTAVENIA)

6.2.1. Prevencia poškodenia/ roztavenia paliva pri vysokom tlaku v PO

6.2.1.1. Projektové opatrenia

Pôvodný stav projektu

K vážnemu poškodeniu aktívnej zóny AZ pri eskalácii nadprojektovej havárie v ťažkú haváriu môže prísť viacerými scenármi. U scenárov vyvolaných stratou odvodu tepla z PO do SO ostáva integrita PO zachovaná a degradácia AZ a následná relokácia kória prebieha pri vysokom tlaku v PO. V takomto prípade je stena tlakovej nádoby reaktora zaťažená vysokým tlakom a vysokou teplotou, vlastnou váhou a váhou kória. Najvyššou prioritou je znížiť tlak v PO a zabrániť poškodeniu TNR pri vysokom tlaku a následnému úniku taveniny (HPME), pretože by viedol k vzniku následných zlyhaní, najmä poškodeniu dverí v šachte reaktora a transportu častí taveniny do priestorov kontajnementu a následného tepelného ohrozenia stien a rýchleho nahrievania atmosféry kontajnementu. Ďalším prínosom zníženia tlaku v PO je zníženie pravdepodobnosti zlyhania rúrok parogenerátorov a možnosť dopĺňať chladivo do PO z nízkotlakových zdrojov.

Prevenciu zlyhania TNR pri vysokom tlaku v PO zabezpečujú predovšetkým dva komplety hlavných poistných ventilov a jeden odľahčovací ventil v uzle PV KO. Napájanie uzla PV KO elektrickou energiou je zabezpečené z 1. kategórie zaisteného napájania. Všetky ventily sú ovládateľné diaľkovo ručne z BD. Zariadenia uzla PV KO majú seizmickú klasifikáciu.

Inštalovaná modifikácia

Vzhľadom na prioritu odtlakovania PO pri riadení ťažkej havárie sa v rámci projektu implementácie SAM inštaluje redundantný, nezávislý systém, kvalifikovaný pre podmienky pri ťažkej havárii. Redundantná trasa odtlakovania nemá byť využívaná pred eskaláciou havárie v ťažkú haváriu, kedy sa predpokladá jej otvorenie, takže pravdepodobnosť zlyhania v dôsledku predchádzajúceho tepelného namáhania alebo iným mechanizmom je minimálna. Inštalovaný systém je súčasťou tlakového zariadenia PO. Neoddeliteľná časť od PO vrátane oddeľujúcich armatúr je seizmicky odolná. Systém je zaradený do bezpečnostnej triedy 1.

Systém je napájaný z núdzového zdroja elektrickej energie DG-SAM, určeného pre napájanie zariadení potrebných pre riadenie ťažkých havárií. Činnosť systému v oblasti projektových a nadprojektových havárií nie je požadovaná. Systém odtlakovania predstavuje kvalifikovanú, vysoko spoľahlivú zálohu s plnou kapacitou, použiteľnú pri zlyhaní štandardných trás pre odtlakovanie PO (OV KO, PV KO).

6.2.1.2. Prevádzkové opatrenia

Postupy na odtlakovanie PO sú v predpisoch FR-C.1 a FR-C.2 z balíka predpisov SORNS (projektové a nadprojektové havárie) a v návodoch SA-CRG-1 a SAG-1 z balíka SAMG (ťažké havárie), takže je zabezpečená vysoká spoľahlivosť vykonania požadovaných činností.

Inštalácia dodatočnej kvalifikovanej trasy pre odtlakovanie PO v rámci projektu implementácie SAM a stratégie v návodoch SAMG poskytujú vysokú spoľahlivosť prevencie zlyhania TNR pri vysokom tlaku.

6.2.2. Riadenie rizika súvisiaceho s vodíkom v kontajnmemente

6.2.2.1. Projektové opatrenia, vrátane posúdenia dostatočnosti vzhľadom na rýchlosť tvorby vodíka a jeho množstvo

Pôvodný stav projektu

V priebehu ťažkej havárie spojenej s poškodením AZ tlakovodných reaktorov dochádza k produkcii vodíka v dôsledku exotermickej reakcie medzi Zr a ocele s vodnou parou. Po ďalšej eskalácii ťažkej havárie, po hypotetickom zlyhaní tlakovej nádoby reaktora, by došlo k produkcii ďalšieho významného množstva horľavých plynov vodíka a CO v dôsledku interakcie kória s betónom dna ŠR. Celková produkcia horľavých plynov v rámci tejto ex-vessel fázy niekoľkonásobne prevyšuje ich produkciu v rámci in-vessel fázy, hoci jej rýchlosť je nižšia ako v in-vessel fáze.

Hmotnosť Zr v reaktore je cca 18000 kg, takže množstvo vygenerovaného vodíka v in-vessel fáze, sa pohybuje podľa konkrétneho scenára v intervale od cca 300 kg (LB LOCA) do 500 kg (SBO). Energetický výťažok exotermickej reakcie je cca 6400 J na 1g zreagovaného Zr, takže vzniknuté teplo predstavuje významný príspevok k požiadavkám na odvod tepla z kontajnmementu. V pôvodnom projekte V213 nie sú k dispozícii prostriedky pre spoľahlivú likvidáciu vodíka pri ťažkej havárii. Teoretická možnosť včasného riadeného zapaľovania vodíka výbojmi pri zapínaní inštalovaných elektrických spotrebičov v kontajnmemente je značne hypotetická a v niektorých scenároch ako SBO je principiálne nedostupná.

Vodík generovaný v priebehu ťažkých havárií predstavuje najzávažnejšie a najrýchlejšie ohrozenie integrity kontajnmementu V213. Z hľadiska prevencie ohrozenia integrity kontajnmementu zohráva kľúčovú úlohu rýchlosť a množstvo uvoľňovania vodíka z PO do kontajnmementu a z toho vyplývajúci časový priebeh koncentrácie vodíka v kontajnmemente, ktorý závisí od koncentrácie pary, a celková hmotnosť vygenerovaného vodíka.

Inštalované modifikácie

Jedným z predpokladov zvládnutia problematiky vodíka počas ťažkej havárie je spoľahlivá prevencia prechodu do ex-vessel fázy. Toto je v rámci projektu implementácie SAM v EMO1,2 dosiahnuté inštaláciou skupiny modifikácií umožňujúcich zadržanie taveniny v TNR jej spoľahlivým chladením zvonku.

Technickým riešením problematiky vodíka je inštalácia 28 kusov pasívnych autokatalytických rekombinátorov FR1-1500T a 4 kusov pasívnych autokatalytických rekombinátorov FR1-750T firmy AREVA. Inštalácia rekombinátorov v kontajnmemente je bežne aplikovaným riešením, rekombinátory boli nainštalované na vyše 100 JE v rôznych krajinách. Rekombinačná schopnosť použitých rekombinátorov bola preukázaná aj experimentálne pri testoch na experimentálnom zariadení PHEBUS a pri veľkorozmerových testoch na zariadení THAI.

Prahová koncentrácia vodíka pre zahájenie rekombinácie je cca 2% obj. pri teplote atmosféry 50 °C. Pri referenčných parametroch uvádzaných výrobcom AREVA zabezpečujú rekombinátory celkovú rýchlosť

rekombinácie vodíka cca 160 kg/hod. Voľba kapacity a rozmiestnenia inštalovaných PAR vychádza z výsledkov štúdií vykonaných rôznymi organizáciami.

PAR sú navrhnuté tak, aby odolali očakávaným havarijným teplotám pri LOCA udalostiach a inštalácia je seizmicky odolná. Prípadné zlyhanie (napr. mechanické poškodenie) jedného PAR neovplyvní funkčnosť ostatných PAR systému. Vzhľadom na rozmiestnenie v rôznych priestoroch kontajneru je nepravdepodobné zlyhanie viacerých PAR. Kapacita systému ako celku je navrhnutá s dostatočnou rezervou, takže zlyhanie niekoľkých komponentov nespôsobí zlyhanie systému ako celku.

6.2.2.2. Prevádzkové opatrenia

V rámci návodov SAMG je riadenie vodíka zohľadnené v stratégiách uvedenými vo viacerých návodoch SAG a SCG. Postup riešenia vodíka v prvej revízii SAMG je založený na riadenom spaľovaní vodíka pri dostatočne nízkej koncentrácii pomocou elektricky napájaných zapaľovačov. Inštalácia riešenia založeného na PAR, ktoré má výrazne nižšie nároky na zásahy personálu, predpokladá úpravu stratégie riadenia vodíka a úpravu návodov SAMG.

6.2.3. Prevencia vzniku pretlaku v kontajneru

6.2.3.1. Projektové opatrenia, vrátane prostriedkov na obmedzenie radiačných únikov, pokiaľ prevencia pretlaku vyžaduje venting plynu/ pary z kontajneru

Pôvodný stav projektu

Radiačné úniky sú minimalizované zachovaním integrity tlakového rozhrania kontajneru, ktoré je dimenzované na vnútorný pretlak aj podtlak. Okrem stavebnej časti sú súčasťou tlakového rozhrania kontajneru aj zariadenia zabezpečujúce izolovanie v podmienkach havárie resp. zabezpečujúce jeho hermetičnosť.

Kontajner je dimenzovaný pre projektové havárie v rozsahu:

- max. výpočtový tlak: 245 kPa
- min. výpočtový tlak: 80 kPa
- max. teplota: 129 °C
- integrálna dávka ionizujúceho žiarenia: 10⁵Gy za 10 rokov
- tesnosť tlakového rozhrania kontajneru (trvale zlepšovaná):
 - projektová hodnota úniku < 5% obj/24 hod pri pretlaku 50 kPa
 - súčasná hodnota je cca 2 % obj/24 hod

Kontajner je koncepčne situovaný do komplexu HVB, s ktorým tvorí jeden celok. Hermetické interné priestory kontajneru sú dislokované v priestoroch HVB: box PG, barbotážna veža so šachtou lokalizácie havárie a štyrmi plynojemami, ventilačné centrum a BV.

Z hľadiska zachovania integrity tlakového rozhrania je nutná prevencia nadmerného pretlaku ale aj nadmerného podtlaku v kontajnmemente.

Prevencia nadmerného pretlaku v kontajnmemente:

Je zabezpečená dvoma systémami:

Systém pre pasívne potlačenie pretlaku – jeho účelom je zníženie pretlaku pri niektorých iniciačných udalostiach (napr. LOCA, roztrhnutie parovodu). Túto funkciu systému zabezpečujú barbotážne žľaby systému JMP, v ktorých kondenzuje expandujúce chladivo. Funkcia je zabezpečená pasívne, bez zásahu personálu.

Súčasný projekt V123 nezahrňuje systém umožňujúci riadený filtrovaný venting ako prostriedok prevencie prekročenia projektového tlaku pri dlhodobom tlakovaní strate odvodu tepla z kontajnmementu.

Sprchový systém kontajnmementu – účelom je odvod tepla z kontajnmementu do technickej vody dôležitej cez chladič sprchového systému v dlhodobom, recirkulačnom režime prevádzky. Činnosťou aspoň jednej vetvy sprchového systému je možné zabezpečiť trvalý odvod tepla z kontajnmementu aj po ťažkej havárii.

Prevencia nadmerného podtlaku v kontajnmemente - inštalovaná modifikácia:

V rámci projektu implementácie SAM sa inštaluje systém umožňujúci prevenciu vzniku nadmerného podtlaku, umožňujúci riadený návrat časti nekondenzovateľných plynov zo zachytných komôr systému JMP späť do kontajnmementu (do priestoru pred hydrouzávermi) a prevenciu prehlbovaniu podtlaku. Technicky sa jedná o inštaláciu štyroch elektricky ovládaných armatúr a dvoch spätných klapiek s prepojovacím a výfukovým potrubím. Systém je riadený ručne operátorom.

Prednosťou prijatého tohto riešenia je, že sa nenarušuje celistvosť vonkajšej časti kontajnmementu, lebo sa prepájajú iba vnútorné priestory medzi sebou.

6.2.3.2. Prevádzkové a organizačné opatrenia

Prevencia poškodenia kontajnmementu v dôsledku nadmerného statického pretlaku, dynamického pretlaku v dôsledku horenia vodíka pri vysokej koncentrácii a neprípustného podtlaku je významnou prioritou návodov SAMG a dosahuje sa stratégiami uvedenými vo viacerých návodoch. Stratégie využívajú pôvodné projektové zariadenia kontajnmementu, ale ich realizovateľnosť významne uľahčujú nové systémy inštalované v rámci projektu SAM.

6.2.4. Prevencia obnovenia kritického stavu

6.2.4.1. Projektové opatrenia

Prevenencia kritického stavu je zabezpečená implicitne – do PO alebo kontajnementu je možné dodávať iba chladivo s koncentráciou vyššou ako 12 g/kg. V rámci SAMG je explicitne zakázané doplňovať nebórované chladivo počas riešenia ťažkej havárie, čo je jednou z odchýliek od generických WOG SAMG. Kvôli zvýšeniu redundantnosti zdrojov chladiva sa v rámci projektu implementácie SAM inštaluje externý zdroj chladiva, z ktorého je možné doplňovať chladivo do:

- a) primárneho okruhu/ reaktora
- b) sprchového kolektora
- c) bazénu skladovania vyhoreného paliva

Kvôli zlepšeniu zálohovania zdrojov bórovaného chladiva a zvýšenie spoľahlivosti riadenia podkritičnosti AZ a BSVP počas ťažkej havárie sa v rámci projektu implementácie SAM inštaluje dodatočný externý zdroj bórovaného chladiva s koncentráciou 12 g/kg. Externý zdroj okrem bezpečnostnej funkcie riadenia podkritičnosti zabezpečuje aj funkciu odvod tepla z reaktora a BSVP a odvod tepla z atmosféry kontajnementu sprchovaním. Sprchovanie kontajnementu z externého zdroja zvyšuje spoľahlivosť prípadnej deintertizácie atmosféry kontajnementu, riadenia tlaku v kontajnmente a znižuje úniky rádioaktívnych látok cez zvyškové netesnosti tlakového rozhrania kontajnementu.

Riešenie externého zdroja v EMO1,2 zatiaľ nebolo spracované. Externý zdroj chladiva v EBO3,4 funkčne pozostáva z troch nádrží s roztokom kyseliny boritej s koncentráciou 12g/kg, s celkovým využiteľným objemom 1250 m³ a dvoch pracovných čerpadiel s pracovným tlakom 0,85MPa (NT) a 2,5 MPa (VT). Systém je prevažne umiestnený v budove pomocných prevádzok BPP. Umiestnenie nádrží na EMO1,2 zatiaľ nebolo stanovené, preferuje sa riešenie analogické s EBO34, kvôli maximálnemu využitiu skúseností. Funkčné aspekty riešenia a aplikované požiadavky budú identické.

6.2.5. Prevencia pretavenia základovej dosky**6.2.5.1. Potenciálne projektové riešenia umožňujúce zadržať taveninu v TNR****Pôvodný stav projektu**

Podľa pôvodného projektu VVER-440/V213 je dlhodobá fáza chladenia aktívnej zóny pri haváriách so stratou chladiva (LOCA) po ukončení injekčnej fázy z nádrží havarijných systémov (t.j. u niektorých udalostí už po cca 30 min) založená na recirkulácii chladiva z podlahy boxu PG cez tepelný výmenník sprchového systému. Chladivo uniknuté z netesnosti v cirkulačnej slučke vyteká na podlahu boxu PG vnútri kontajnementu a je k dispozícii pre recirkulačnú fázu chladenia AZ.

Únik chladiva cez netesnosť v tlakovej nádobe reaktora TNR do šachty reaktora sa v dôsledku silnej konzervatívnej pevnostného dimenzovania a prísnych defektoskopických kontrol TNR nepovažuje za reálny, takže táto časť kontajnementu nie je súčasťou recirkulačného okruhu - projekt V213 neumožňuje riadený nátok chladiva do šachty resp. návrat chladiva zo šachty do boxu PG. Z hľadiska riadenia ťažkých havárií teda pôvodný projekt V213 neumožňoval externé chladenie TNR, ani kontrolovateľné chladenie kória na dne šachty počas ex-vessel fázy po zlyhaní TNR.

Analýzy v rámci projektov PHARE 4.2.7a ukázali, že šachta reaktora je ohrozená krátko po prechode do ex-vessel fázy po zlyhaní TNR. Limitujúcimi štruktúrami sú vstupné dvere do šachty, u ktorých sa predpokladá zlyhanie termálnym pôsobením kória alebo v dôsledku prudkého zvýšenia tlaku pri HPME, taktiež hrozí únik rádioaktívneho chladiva neizolovateľným drenážnym potrubím a cez indukované netesnosti montážnych otvorov v stene šachty.

Implementácia externého chladenia TNR v rámci prevencie zlyhania základovej dosky vyžaduje: a) včasné odtlakovanie reaktora, b) včasné zaplavenie šachty reaktora a c) kontakt steny TNR s chladivom už pred relokáciou kória a d) zabezpečenie dostatočného odvodu pary generovanej okolo TNR späť do boxu PG. Projektové riešenie je identické s riešením realizovaným v EBO3,4.

Modifikácie potrebné pre zaplavenie šachty reaktora a zabezpečenie externého chladenia TNR:

Modifikácia drenážneho systému barbotážnych žlabov - v rámci projektu implementácie SAM je zabezpečené spoľahlivé elektrické napájanie armatúr systému XL z havarijného DG-SAM, čo zabezpečuje dostupnosť chladiva zo žlabov barbotážneho systému aj v podmienkach ťažkej havárie iniciovanej SBO.

Filtračné sitové konštrukcie - v trase vstupu chladiva do šachty reaktora a k vonkajšiemu povrchu TNR sú zaradené dva stupne filtrácie nečistôt ako prevencia upchatia najužších častí varného kanálu.

Inštalácia pasívneho otváracieho mechanizmu v tepelnej izolácii TNR - inštalácia kruhového nápusťného otvoru so snímateľným vekom ovládaným špeciálnym plavákovým otváracím mechanizmom na dolnom tepelnom štíte TNR v šachte reaktora,

Modifikácia dverí v tepelnej izolácii zóny nátrubkov TNR - inštalácia dverí v teplenej izolácii pre zníženie hydraulického odporu

Trasa pre doplňovanie chladiva do šachty reaktora z externého mobilného zdroja - inštalácia trasy (suchovodu) vyústenej na vonkajšom plášti HVB, ktorou je možné doplňovať chladivo do šachty reaktora z mobilného externého zdroja. Trasa umožňuje využitie záložného zdroja chladiva pre externé chladenie TNR, bez väzby na dostupnosť chladiva na podlahe boxu PG.

Modifikácie potrebné pre izolovanie šachty reaktora a prevenciu nevratného úniku chladiva:

Izolačný „sifón“ na dvoch vodorovných vzduchovodoch so zaplavovacími objektmi – úprava oboch potrubí ventilačného systému chladenia šachty reaktora TL11. Na klesajúcej vetve sifónov sú inštalované dva zalievacie objekty, umožňujúce zaplavenie šachty reaktora pri ťažkých haváriách. Umiestnené sú na oboch stranách v spojovacom koridore boxu PG s barbotážnou vežou a sú chránené pred nežiaducimi účinkami havárií (letiace predmety, zasiahnutie prúdom chladiva, úlomky izolácie). Zalievacie armatúry sa ovládajú aktívne z BD. Ich otváranie sa predpokladá pri prechode medzi havarijným predpisom a SAMG.

Zaistenie tesnosti dvojice hermetických dverí – zabezpečenie dostatočnej odolnosti tesnenia hermetických dverí šachty reaktora pri dlhodobom zaťažení zvýšenou radiáciou, teplom a tlakom (vrátane príspevku od hydrostatického tlaku v zaplavenej šachte reaktora).

Izolácia vpuste špeciálnej kanalizácie na podlahe šachty reaktora – inštalácia uzatváracej zátky na zberači špeciálnej kanalizácie v šachte reaktora.

6.2.5.2. Možné opatrenia umožňujúce chladenie kória vnútri kontajnementu po zlyhaní TNR

Vzhľadom na obmedzenú odolnosť šachty reaktora v prípade zlyhania TNR, bez ohľadu na prítomnosť chladiwa v šachte reaktora, s vysokou pravdepodobnosťou nie je možné zabrániť zlyhaniu dverí identifikovanými mechanizmami. Zlyhanie dverí umožní únik rádioaktívneho média a potenciálne aj kória do priestorov HVB, mimo kontajnementu a zvrátenie vývoja ťažkej havárie.

Z tohto dôvodu neboli posudzované žiadne dodatočné opatrenia, ktoré by hypoteticky umožňovali chladiť kórium na dne šachty. Existujúce opatrenia v rámci implementácie stratégie externého chladenia TNR, najmä gravitačný nátok chladiwa z boxu PG do šachty reaktora a odvod pary zo šachty späť do boxu PG, predstavujú maximálnu dosiahnuteľnú mieru ochrany dna šachty pri zlyhaní TNR. Stabilizácia stavu taveniny, ukončenie degradácie betónu a dlhodobé zachovanie integrity šachty nie je uvedeným spôsobom odvodu tepla možné zaručiť. To zvyšuje významnosť prevencie zlyhania TNR.

6.2.5.3. Cliff edge efekty v časovom intervale medzi odstavením reaktora a roztavením AZ

Zlyhanie operátora vykonať zásahy v súlade s vyvinutými stratégiami, zlyhanie zariadení alebo odlišný vývoj situácie od predpokladanej pri vývoji týchto stratégií (resp. návrhu zariadení) by hypoteticky mohli viesť k zlyhaniu integrity kontajnementu v priebehu ťažkej havárie, pričom časový vývoj situácie a čas zlyhania je silne závislý na konkrétnom scenári.

Pre zníženie pravdepodobnosti týchto scenárov sú v projekte implementácie SAM a v návodoch SAMG dodržiavané nasledujúce princípy a pravidlá:

- Pri zásahoch personálu sú preferované zariadenia, ktoré sú pasívne alebo ktoré neboli využívané v predchádzajúcich etapách havárie a ktoré sú prevažne napájané z elektrického zdroja;
- Všetky dôležité skupiny činností, ktoré sú nutné ako prevencia proti rýchlemu alebo pravdepodobnému ohrozeniu kontajnementu, sú okrem zariadení základného projektu podporené inštaláciou vysoko spoľahlivej modifikácie

Väčšina skorých činností v rámci riadenia ťažkej havárie podľa návodov SAMG je zahrnutá v predpise CRG-1, ktorý jediný je vykonávaný personálom z BD pred aktiváciou HRS. Činnosti v CRG-1 sú algoritimizované vo forme predpisu (proceduralizované) a patria k základnému výcviku personálu BD. T tohto dôvodu je očakávaná spoľahlivosť vykonania činností vysoká bez ohľadu na pohotovosť HRS (STP-SAMG tímu).

Úspešné zásahy personálu a účinné využívanie projektových systémov a rozšírení projektu umožňuje riadenie integrity TNR a riadenie tlaku a teploty v kontajnemente po dobu niekoľkých dní. Počas tohto obdobia sa pravidelným sprchovaním kontajnementu udržiava minimálny vnútorný pretlak, čo je hlavný nástroj minimalizácie radiačných následkov. Vzhľadom na pasívne riešenie postačuje monitorovanie úspešnosti riadenia vodíka.

Obnovenie aspoň jedného okruhu sprchového systému kontajnementu pre dlhodobý odvod tepla z kontajnementu (ochrana integrity a podmienka dlhodobého stabilného stavu po ťažkej havárii) je potrebné zabezpečiť cca do 5 dní, počas ktorých sú zvyškový výkon a teplo z chemických reakcií akumulované v štruktúrach a v stene kontajnementu. Dlhodobý odvod tepla z kontajnementu vyžaduje obnovenie prevádzkyschopnosti aspoň jedného okruhu sprchového systému kontajnementu. V rámci projektu SAM bola

spracovaná štúdia obnovovania odvodu tepla z kontajneru obnovením činnosti sprchového systému XL alebo využitím ventilačných systémov kontajneru.

6.2.6. Potreba dodávky striedavého elektrického napájania a jednosmerného napájania a tlakového vzduchu pre zariadenia využívané pre ochranu integrity kontajneru

6.2.6.1. Projektové opatrenia

Pôvodný stav projektu

Súčasné zdroje elektrického napájania sú navrhnuté pre spoľahlivú podporu riešenia projektových havárií, zálohovanie je v najväčšej miere optimalizované na zvládnutie udalosti SBO (z elektrických príčin). Napájanie vlastnej spotreby je popísané v kap.1.3.

Inštalovaná modifikácia

Pre zvýšenie spoľahlivosti riadenia ťažkých havárií je do projektu implementácie SAM v EMO1,2 zahrnutý čiastkový projekt „Núdzový zdroj elektrickej energie“, ktorý je zameraný predovšetkým splnenie podpornej funkcie dodávky elektrickej energie vybraným spotrebičom SAM počas ťažkej havárie. Inštalovaný dieselgenerátor DG-SAM je nezávislý na existujúcich systémoch normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky a na systémoch pre riadenie projektových havárií. Núdzový zdroj je spoločný pre dva jadrové bloky EMO1,2.

Riešenie núdzového zdroja elektrickej energie EMO bude komplexné a bude zohľadňovať elektrickú schému pripojenia k sieti a napájania vlastnej spotreby všetkých štyroch blokov EMO. Z tohto dôvodu bude v konkrétnom riešení odlišné od EBO3,4.

Funkčne, z hľadiska riešenia ťažkej havárie, bude rozhranie DG-SAM analogické ako v projekte EBO3,4, panely SAM budú umiestnené na BD 1. a 2. bloku a identické panely budú na záložnom pracovisku umiestnené v objekte HRS.

6.2.7. Meracia a riadiaca inštrumentácia potrebná pre ochranu integrity kontajneru

Spotrebiče a merania inštalované v rámci projektu SAM nie sú súčasťou pôvodného projektu.

Inštalovaná modifikácia:

Súčasťou projektu implementácie SAM je čiastkový projekt Systém informácií SAM a riadiacich prvkov SAM komponentov, v ktorom sa buduje spoľahlivý SKR novo inštalovaných systémov a informačný systém v rozsahu potrebnom pre realizáciu stratégií uvažovaných v SAMG.

Informačný systém pre podporu SAM nadväzuje na systém PAMS – Pohavarijný monitorovací systém v súlade s odporúčaniami návodu US NRC RG 1.97.

Technicky sa jedná o doplnenie súboru meracích snímačov, príslušnej kabeláže a vyhodnocovacích zariadení umiestnených prevažne vnútri existujúcich objektov v hlavnom výrobnom bloku HVB, budove pomocných prevádzok BPP a v HRS.

Pri návrhu systému budú zohľadnené požiadavky na rozsah informácií nutných pre realizáciu a monitorovanie úspešnosti stratégií v SAMG. Systematicky boli preverené všetky stratégie SAMG, diagnostické diagramy DFC a SCST, setpointy v stratégiách z hľadiska dostupnosti spoľahlivých údajov a redundancie ich zabezpečenia v informačnom systéme dostupnom tímom rozhodujúcim o používaní SAMG – tím SAMG v rámci HK a tím blokovej dozorne.

Súčasťou projektu na EBO3,4 bolo analytické stanovenie kvalifikačných požiadaviek na novo inštalované zariadenia SKR a merania. Environmentálne kvalifikačné požiadavky boli stanovené na základe existujúcich analýz ťažkých havárií a novo vypracovaných analýz radiačnej situácie vo vybraných priestoroch HVB. Analogické požiadavky budú aplikované aj v projekte realizovanom na EMO1,2.

6.2.8. Možné opatrenia na zvýšenie schopnosti udržiavať integritu kontajneru po vzniku ťažkého poškodenia paliva v AZ

Ďalšie možné opatrenia rozširujúce súčasný rámec projektu SAM budú analyzované na po ukončení projektu, na základe výsledkov validácie SAMG a analytickom preukázaní účinnosti stratégií pre zvládnutie reprezentatívnych scenárov ťažkých havárií.

6.3. OPATRENIA AM SMERUJÚCE K OBMEDZENIU RA ÚNIKOV

6.3.1. Ra úniky po strate integrity kontajnementu

6.3.1.1. Projektové opatrenia

Okolo tlakového kontajnementu v rámci HVB je rozložená vzduchotesná zóna, ktorej ventilačné systémy sú vybavené filtermi zachytávajúcimi štiepne produkty unikajúce cez prípadnú netesnosť rozhrania kontajnementu. Tieto priestory plnia úlohu sekundárneho kontajnementu. V rámci projektu implementácie SAM sa napájanie ventilátorov ventilačných systémov prevádza na zaistené napájanie, aby boli použiteľné aj počas ťažkej havárie sprevádzanej stratou napájania. Tým bude technicky umožnené zmiernenie radiačných následkov na okolie JE.

Časť tlakového rozhrania kontajnementu nie je vybavená sekundárnym kontajnementom a prípadná netesnosť tlakového rozhrania v tejto oblasti by viedla k priamemu úniku aktivity do okolia.

Vzhľadom na to, že veľkosť úniku je úmerná vnútornému tlaku v kontajnemente, všetky modifikácie inštalované v rámci projektu SAM, ktoré smerujú k zvýšeniu spoľahlivosti sprchovania kontajnementu a zabezpečeniu odvodu tepla z kontajnementu resp. udržiavania čo najnižšieho pretlaku v kontajnemente, prispievajú k znižovaniu radiačných únikov do okolia. Sú to:

- Zvýšenie spoľahlivosti sprchového systému, odstránenie jednej z dvoch RČA na vstupe do kontajnementu, zodolnenie sprchového čerpadla proti radiácii a opatrenia smerujúce k opraviteľnosti systému v prípade poruchy
- Inštalácia núdzového externého zdroja vody s objemom nádrží 1250 m³, s čerpadlom napájaným z DG-SAM, umožňujúcim sprchovanie kontajnementu. Nádrže bude možné priebežne doplňovať trasou (suchovodom) z mobilného zdroja vody. Trasa má kvôli spoľahlivému prístupu v havarijných podmienkach vyústenie na vonkajšom plášti BPP.

6.3.2. Činnosti AM po odhalení vrchných častí palivových kaziet uložených v BSVP

6.3.2.1. Riadenie vodíka

Pri riešení problematiky vodíka bol vypracovaný odhad možnej koncentrácie vodíka v reaktorovej sále, vzniknutého v dôsledku degradácie paliva v bazéne skladovania. Výsledkom posudku je záver, že inštalácia PAR v reaktorovej sále nie je potrebná, pretože výsledná koncentrácia vodíka vzhľadom na objem reaktorovej sály 160000 m³ je nízka, pod hranicou činnosti PAR. Posudok ale nezohľadnil možnú nehomogénosť distribúcie vodíka a možnosť vzniku vyššej koncentrácie v oblasti nad bazénom. Detailnejšie analýzy zatiaľ nie sú k dispozícii.

V súčasnosti sa bezpečnosť bazénu skladovania vyhoreného rieši spoľahlivou prevenciou vzniku ťažkej havárie, ktorá by mohla spôsobiť vznik nebezpečnej koncentrácie vodíka v reaktorovej sále. V projekte SAM je zahrnutá inštalácia dvoch vzájomne nezávislých trás umožňujúcich doplňovanie bórovaného chladiva. Prvá je trasa z externého núdzového zdroja chladiva a je zaústená do potrubia systému chladenia bazénu skladovania. Druhá trasa má mať pripojenie na vonkajšom plášti budovy HVB a bude zaústená do bazénu skladovania zhora, teda bez väzby na stav potrubí systému chladenia bazénu

TG. Obe novo inštalované trasy sú dimenzované tak, že v prípade zachovanej integrity bazénu dokážu rýchlo obnoviť hladinu v bazéne. V prípade hypotetickej straty integrity bazénu skladovania, spojenej s väčším únikom chladiva, je situácia zložitejšia a schopnosť zvládnuť takéto úniky nie je zahrnutá v realizovaných projektoch. Projekt implementácie SAM nezahrňuje riadenie rozvinutej ťažkej havárie v bazéne skladovania, zameriava sa iba na jej prevenciu s vysokou spoľahlivosťou.

6.3.2.2. Zabezpečenie dostatočného tienenia proti radiácii

Bazén skladovania v projekte V213 nie je izolovaný a prekrytý tak, aby bola radiácia poškodeného odhaleného paliva odtienená bez prítomnosti ochrannej vrstvy chladiva nad palivom. V súčasnom stave je teda ochrana proti radiácii zabezpečená iba dostatočnými kapacitami systémov obnovujúcich zásobu chladiva v bazéne.

6.3.2.3. Obmedzovanie RA únikov po ťažkom poškodení paliva v BSVP

Ventilačný systém odsávajúci vzduch sponad bazénu skladovania nie je vybavený jódoými filtrami, takže nie je ho možné využiť pre riadenie radiačnej situácie nad bazénom. Z toho vyplýva, že aj pre obmedzovanie ra únikov po degradácii paliva (ťažká havária v BSVP) je možné iba obnoviť dostatočnú hladinu nad palivom za účelom účinného vymývania štiepných produktov z pary unikajúcej do reaktorovej sály.

6.3.2.4. Inštrumentácia potrebná pre monitorovanie stavu paliva uloženého v BSVP a pre riadenie havárie v BSVP

Bazén skladovania je vybavený iba inštrumentáciou potrebnou podporujúcou normálnu prevádzku: meranie hladiny a meranie teploty chladiva. Radiačná situácia sa nemonitoruje. V rámci projektu SAM sa na reaktorovej sále inštalujú dve nové dozimetrické merania (1 meranie na blok) vstupujúce do PAMS, ktoré by bolo možné nepriamo využiť pre monitorovanie stavu bazénu skladovania.

6.3.2.5. Dostupnosť a obývateľnosť BD

Pre hodnotenie dostupnosti a obývateľnosti BD v prípade ťažkej havárie v bazéne skladovania nie sú zatiaľ k dispozícii podklady.

6.3.3. Možné opatrenia smerujúce k zlepšeniu schopnosti obmedziť RA úniky.

Vzhľadom na konštrukciu bazénu skladovania a jeho prepojenie s reaktorovou sálou zatiaľ neboli posudzované možnosti jeho z odolnosti proti ťažkej havárii a izolácie od okolia JE ďalšou bariérou.

ZÁVERY

Vhodné umiestnenie elektrárne poskytuje pasívnu bezpečnosť proti extrémnym externým udalostiam, najmä záplavám, takže existujúce organizačné zabezpečenie havarijnej pripravenosti a odozvy zabezpečuje s vysokou pravdepodobnosťou schopnosť logisticky podporovať činnosť tímov potrebných pre vykonávanie plánovaných činností. Boli hodnotené všetky aspekty hrajúce úlohu pri zabezpečení dlhodobej odozvy na ťažké podmienky a požadovanej autonómie zdrojov a personálu počas 24 hod resp. 72 hod,

v súlade so zadaním stres testov. Patria sem napríklad transport, komunikácia, odolnosť proti rozpadu siete, zvolávanie tímov a podobne. Boli posudzované zásoby vody, potravín a ostatných komodít a bola preukázaná ich dostatočnosť. Bol posudzovaný výcvik personálu a akcieschopnosť pri potrebe zasahovať na dvoch blokoch a boli navrhnuté potrebné opatrenia.

Kontajnment V213 v pôvodnom riešení je optimalizovaný predovšetkým pre riešenie projektových a prípadne aj nadprojektových havárií bez tavenia AZ. V minulosti identifikované nižšie rezervy proti niektorým procesom pri nadprojektových ťažkých haváriách sú kompletne riešené projektom implementácie SAM, ktorý je v štádiu realizácie na všetkých prevádzkovaných blokoch SE. Projekt je založený na rozsiahlej analytickej základni budovanej od začiatku 90. Rokov a predstavuje najširšie komplexné technické riešenie realizované na JE typu V213. V rámci projektu popísaného v kapitole 6 sú modifikované existujúce systémy JE a sú inštalované ďalšie zariadenia a systémy, ktoré zlepšujú prevenciu vzniku ťažkej havárie, umožňujú realizáciu stratégií pre riadenie ťažkých havárií a prevenciu ich eskalácie, napomáhajú k zmierneniu priebehu ťažkej havárie a k minimalizácii jej následkov. Projekt inštalácie hardwaru je prepojený s organizačnými opatreniami v oblasti havarijného plánovania a s vývojom návodov a postupov na rozšírenie havarijnej odozvy z projektových a nadprojektových udalostí až do oblasti riadenia ťažkých havárií na 4. úrovni ochrany do hĺbky.

Implementáciou projektu SAM je skompletizovaná ochrana do hĺbky na všetkých úrovniach 1. – 5.

7. SUMÁRNE ZHODNOTENIE

Hodnotenie bezpečnostných rezerv EMO1,2 pri extrémnych prírodných podmienkach bolo realizované v súlade so zadaním ENSREG a požiadavkami UJD SR. Pre účely systematickej analýzy bola vyvinutá špeciálna metodika, ktorá bola následne doporučená MAAE ako tzv. metóda konfiguračnej matrice. Metóda umožňuje vyhodnotenie zálohovania zabezpečovania bezpečnostných funkcií (podkritičnosť a odvod tepla z reaktora a BSVP a zachovanie integrity kontajneru) jednotlivými systémami, vrátane systémov a SKK normálnej prevádzky, pričom sa uvažujú všetky možné zapojenia, ktoré umožňuje nakonfigurovať základný projekt JE a môže personál v kritických podmienkach vyvolaných extrémnou externou udalosťou nastaviť. Metodika využíva špeciálny databázový SW, ktorý obsahuje cca 2500 SKK s parametrami relevantnými z hľadiska vplyvu externých udalostí (environmentálna kvalifikácia, umiestnenie, napájanie, parametre, odolnosť proti internej záplave iniciovanej zvonku a podobne). Metodika aj vyvinutý SW je významným príspevkom k AM v JE.

Súčasťou hodnotenia je posúdenie ľudského činiteľa, logistického a administratívneho zabezpečenia odozvy v prípade udalostí iniciovaných nepravdepodobnými extrémnymi externými podmienkami.

Pri hodnotení odolnosti proti nadprojektovému zemetraseniu v kapitole 2 bolo zistené, že na území Slovenska a príslušných územiach, ktoré by mohli seizmicky ohroziť dotknuté lokality JE sa nenachádzajú žiadne tektonické štruktúry, ktoré by vyvolali vznik extrémne silných zemetrasení porovnateľných s katastrofickým zemetrasením v Japonsku. Metodiky stanovenia pôvodných projektových parametrov, ktoré boli doteraz použité pri stanovení seizmického ohrozenia lokality, sú primerane aktuálne a boli akceptované viacerými medzinárodnými misiami.

Počas výstavby bola zvýšená seizmická odolnosť vybraných SKK proti pôvodnej hodnote uvažovanej c v projekte $PGA = 0,06g$ na hodnotu $PGA = 0,1g$, ktorá zodpovedá návratovej perióde 10 000 rokov. Lokalita Mochovce bola prehodnotená na základe novej metodiky v rokoch 1998 až 2003 a nová hodnota seizmického ohrozenia bola stanovená na $PGA = 0,143g$, taktiež pre návratovú periódu výskytu 10 000 rokov. Postup prehodnotenia bol preverený misiou MAAE v roku 2003.

Za účelom dosiahnutia zvýšenej seizmickej bezpečnostnej rezervy prebieha seizmické z odolnenie elektrárne na hodnotu $PGA = 0,15g$. Integrita kontajneru je uvažovaná do úrovne $PGA = 0,2g$. Z charakteristík materiálov, z ktorých sú zhotovené jednotlivé potrubné trasy bezpečnostných systémov, je možné predpokladať, že dôjde v prvom rade k plastickým deformáciám a až po prekročení tejto medze môže dôjsť k vzniku malých trhlín. Celistvosť potrubí a komponentov na potrubíach preto nebude porušená ani po prevýšení úrovne zemetrasenia $PGA = 0,15g$. V rámci detailnejšieho posudzovania jednotlivých stavebných konštrukcií, precíznejšieho stanovenia podlažných spektier odozvy pre vytýpané bezpečnostné technologické komponenty a najmä využitím existujúcich pevnostných rezerv zadefinovaných v normatívnej dokumentácii a pravdepodobnostným hodnotením zlyhania jednotlivých komponentov je rezerva ešte vyššia, analýzy sa vykonávajú.

Pri hodnotení možnosti a dôsledkov nadprojektových záplav v kapitole 3 boli uvažované všetky relevantné zdroje (blízke povrchové vodné zdroje, zlyhanie priehrad, vlnobitie zo silných vetrov, spodné vody, extrémny dážď, topiaci sa sneh, kombinácia extrémneho dažďa a topiaceho sa snehu, vnútorné záplavy ako následok zemetrasenia a vnútorné záplavy ako dôsledok extrémnych prírodných udalostí). Správa hodnotí dostatočnosť ochrany proti vonkajším a vnútorným záplavám ako dostatočnú. Prispeva k tomu najmä skutočnosť, že lokalita EMO je veľmi vhodne umiestnená, a to 67 m nad nádržou Kozmálovce na Hrone, takže jediným reálnym, hoci málo pravdepodobným ohrozením je voda zo zrážkovej činnosti. Aj

v situáciách vyvolaných extrémnymi zrážkami pozitívnu vlastnosťou lokality je zvažujúci sa profil s dostatočnou odtokovou schopnosťou vody z areálu. Preto prípadné indukované interné záplavy sú málo závažné a boli v podstate preventívne vyriešené už v projekte budov SKK počas výstavby.

Hodnotenia vplyvu extrémnych nadprojektových meteorologických podmienok na systémy, štruktúry a komponentov JE na základe dostupnej projektovej dokumentácie narážajú na nedostatok informácií v platnej projektovej dokumentácii. Preto boli niektoré chýbajúce informácie konzervatívne prebrané z novo vypracovanej dokumentácie pre MO3,4, čo je vzhľadom na spoločnú lokalitu adekvátne. Hodnotenia v tejto kapitole sú napriek tomu prevažne kvalitatívne, pretože sa naráža na nedostatok údajov o odolnosti SKK v nadprojektových poveternostných podmienkach. V hodnotení sa ale poukazuje na zmeny voči pôvodnému projektu elektrárne s predpokladaným priaznivým vplyvom na zvýšenie odolnosti EMO12 (napríklad prínos seizmického z odolnosti pre zvýšenie odolnosti budov proti vetru) a na možnosti kompenzácie nepriaznivých vplyvov na technologické zariadenia. Hodnotenia ukazujú dostatočné časové rezervy na prijímanie opatrení v extrémnych situáciách.

Hodnotené boli meteorologické javy a ich kombinácie ako extrémne teploty a vlhkosť, extrémne sucho, vplyv ľadu a snehu, extrémny priamy a rotujúci vietor. Taktiež sa posudzovala schopnosť realizácie logistických opatrení v rámci havarijnej pripravenosti - transport zdrojov a komodít potrebných pre zabezpečenie potrieb personálu. Na základe hodnotení a aj na základe skúseností s prevádzkou pri dosiahnutí maximálnych a minimálnych hodnôt teploty na úrovni 100 ročných extrémnych hodnôt (minimálnej aj maximálnej teploty) bola preukázaná odolnosť a stabilita prevádzky EBO3,4 počas reálnych meteorologickým extrémov, čo je možné očakávať vzhľadom na blízkosť projektu aj v EMO12.

Analýza odozvy bloku na stratu schopnosti odvodu tepla a stratu podporných funkcií (elektrického napájania) v kapitole 5 potvrdzuje známu veľkú tepelnú zotrvačnosť základného technologického okruhu reaktorov VVER, poskytujúcu veľké časové rezervy na obnovovacie činnosti a absenciu náhle degradácie schopnosti udržiavať základné bezpečnostné funkcie počas prvých 24 hod vo všetkých uvažovaných podmienkach vyplývajúcich z externých udalostí. Interné zásoby všetkých médií (vrátane autonómnej zásoby chladiacej vody) postačujú na viac ako 3 dni.

Kontajnement V213 s pasívnym potlačením tlaku je optimalizovaný predovšetkým pre riešenie projektových a nadprojektových havárií. V minulosti identifikované nižšie rezervy proti niektorým procesom pri nadprojektových ťažkých haváriách sú kompletne riešené projektom implementácie SAM, ktorý je v štádiu realizácie na všetkých prevádzkovaných blokoch SE. Projekt je založený na rozsiahlej analytickej základni budovanej od začiatku 90. rokov. V rámci projektu popísaného v kapitole 6 sú modifikované existujúce systémy JE a sú inštalované ďalšie zariadenia a systémy, ktoré zlepšujú prevenciu vzniku ťažkej havárie, umožňujú realizáciu stratégií pre riadenie ťažkých havárií a prevenciu ich eskalácie, napomáhajú k zmierneniu priebehu ťažkej havárie a k minimalizácii jej následkov. Projekt inštalácie hardwaru je prepojený s organizačnými opatreniami v oblasti havarijného plánovania a s vývojom návodov a postupov na rozšírenie havarijnej odozvy z projektových a nadprojektových udalostí až do oblasti riadenia ťažkých havárií na 4. úrovni ochrany do hĺbky. Implementáciou projektu SAM predstavuje kompletizáciu ochrany do hĺbky na všetkých piatich úrovniach.

Boli hodnotené všetky aspekty hrajúce úlohu pri zabezpečení dlhodobej odozvy na ťažké podmienky a požadovanej autonómie zdrojov a personálu počas 24 hod resp. 72 hod, v súlade so zadaním stres testov. Patria sem napríklad transport, komunikácia, odolnosť proti rozpadu siete, zvolávanie tímov a podobne. Boli posudzované zásoby vody, potravín a ostatných komodít a bola preukázaná ich dostatočnosť. Bol

posudzovaný výcvik personálu a akcieschopnosť pri potrebe zasahovať na dvoch blokoch a boli navrhnuté potrebné opatrenia.

Na preverenia a potvrdenie konzervatívnych vlastností projektu elektrárne boli realizované od 1.4 2011 do 25.10.2011 neštandardné testy vybraných bezpečnostne dôležitých zariadení, ako napríklad skúšky a testy zariadení na napájanie elektrickou energiou a zariadení na konečné dochladzovanie reaktorov. Súčasťou testov bolo posudzovanie a precvičovanie schopností personálu reagovať na udalosti vyvolané extrémnymi podmienkami. Prehľad testov je uvedený v nasledujúcej tabuľke. Niektoré z neštandardných testov boli typové skúšky.

Skúška priechodnosti havarijného odvodušenia reaktora a parogenerátora počas generálnej opravy
Skúška otvorenia prepoja medzi miestnosťou motorov HCČ a boxom parogenerátorov
Skúška doplnenia BSVP zo žlabov barbotážneho kondenzátora
Skúška priechodnosti trasy z náhradného zdroja NV priamo do PG
Dlhodobá 72 hodinová skúška DG
Skúška obnovenia dodávky vody mobilným zdrojom do PG
Skúška priechodnosti benzínových čerpadiel z bazénov veží CCHV do systému TVD
Skúška vychladenia bloku systémom RHR
Skúška havarijného odčerpávania vody požiarými čerpadlami zo zatopených priestorov
Skúška minimálneho otváracieho tlaku PVKO
Preverka priestorov, kde sa nachádzajú časti havarijných bezpečnostných systémov pod úrovňou terénu z hľadiska možnosti zatopenia počas extrémnych dlhotrvajúcich dažďov
Preverka bariér proti prienikom vody medzi priestormi vnútri JE
Preverka priechodnosti dažďovej kanalizácie. Preverka stavu bariér brániacich prieniku vody z vonkajšieho terénu do priestorov elektrárne pri extrémnych dlhotrvajúcich dažďoch a preverka dodávky vody do JE pri externých extrémnych udalostiach

Okrem týchto neštandardných testov bolo vykonaných niekoľko plánovaných protihavarijných cvičení personálu EMO1,2 aj v súčinnosti s dozornými orgánmi, štátnou správou a krajskými krízovými štábmi v oblasti ohrozenia JE. Tieto cvičenia boli zamerané na overovanie postupov riešiacich problematiku súvisiacu s externými udalosťami.

Uskutočnilo sa niekoľko pracovných stretnutí k výmene informácií zo záťažových testov a z navrhovaných opatrení v rámci klubu VVER, s účasťou JE Dukovany, Pakš, Loviisa, Bohunice 3,4, EMO 1,2 a MO 3,4. V rámci WANO MC bolo zorganizované rokovanie aj ďalšími prevádzkovateľmi blokov VVER. Boli analyzované možnosti zahraničnej kooperácie a spolupráce pri riešení extrémnych situácií v niektorej z partnerských JE s blokmi VVER 213. Medzi uvažované formy koordinácie a spolupráce patrí napríklad

jednotné riešenie hardwarových podporných systémov, ktoré by umožnilo transport potrebného zariadenia medzi elektrárňami, profesionálnu/ personálnu podporu a podobne.

Napriek preukázaným bezpečnostným rezervám a robustnosti základného projektu V213, potvrdenej viacerými neštandardnými testami, a napriek preukázanej schopnosti personálu JE zvládať neštandardné situácie vyvolané extrémnymi externými udalosťami je možné konštatovať, že pre niektoré vysoko nepravdepodobné situácie existuje možnosť ďalšieho zvyšovania bezpečnosti JE a zlepšenie havarijnej odozvy prijatím vhodných opatrení, ktoré boli identifikované a sú uvedené v tomto dokumente. Cieľom opatrení je systematické posilňovanie ochrany do hĺbky v situáciách analyzovaných v súlade so zadáním projektu stres testov.

Na základe analýz boli identifikované opatrenia, ktorých cieľom je zlepšenie ochrany do hĺbky v situáciách vyvolaných extrémnymi externými podmienkami. Navrhnuté opatrenia sú rozdelené na krátkodobé a strednodobé. Oblasť vyžadujúce opatrenia vyplynuli z realizovaných neštandardných testov, protihavarijných cvičení personálu, z vykonaných analýz a prehodnotenia existujúcej dokumentácie počas stres testov. V prehľadnej tabuľkovej forme sú identifikované oblasti pre zlepšenia a plán implementácie nápravných opatrení uvedené v kap. 7 tejto správy.

Analýza ukazuje, že najväčším príspevkom k bezpečnosti proti strate podporných funkcií je zvýšenie redundancie zdrojov elektrického napájania, predovšetkým pre zlepšenie schopnosti monitorovať bezpečnostné funkcie. Druhým najväčším prispievateľom k bezpečnosti je zvýšenie zálohovania zdrojov napájacej vody pri seizmickej udalosti a pri udalosti Station blackout.

V oblasti riadenia ťažkých havárií bude potrebné po ukončení súčasného projektu implementácie SAM analyzovať jeho dostatočnosť z hľadiska podpory riešenia ťažkej havárie súbežne na dvoch JE.

8.IDENTIFIKOVANÉ OBLASTI PRE ZLEPŠENIE A PLÁN IMPLEMENTÁCIE NÁPRAVNÝCH OPATRENÍ A ANALÝZ

8. IDENTIFIKOVANÉ OBLASTI PRE ZLEPŠENIE A PLÁN IMPLEMENTÁCIE NÁPRAVNÝCH OPATRENÍ A ANALÝZ

8.IDENTIFIKOVANÉ OBLASTI PRE ZLEPŠENIE A PLÁN IMPLEMENTÁCIE NÁPRAVNÝCH OPATRENÍ A ANALÝZ

Identifikované oblasti pre zlepšenie a plán implementácie nápravných opatrení a analýz

Oblasti, v ktorých bola identifikovaná možnosť zlepšiť ochranu do hĺbky pri udalostiach vyvolaných nadprojektovými extrémnymi externými udalosťami a rozsiahlou stratou podporných funkcií, sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách. Tabuľky obsahujú aj tie oblasti, v ktorých je potrebné vypracovať doplňujúce analýzy, nakoľko neboli k dispozícii v čase vykonávania hodnotení.

Kapitola 2 - Zemetrasenie

Identifikovaná oblasť pre zlepšenie	Opatrenie	Termín (krátkodobé I /strednodobé II/ dlhodobé III)	Poznámka
Seizmická odolnosť SKK	Posúdenie rezerv pri vyhodnocovaní odolnosti SKK (HCLPF)	I	Zrealizované
Analýzy	Aktualizovať logistické zabezpečenie transportu do JE po extrémnej seizmickej udalosti	II	

Kapitola 3 - Zápavy

Identifikovaná oblasť pre zlepšenie	Opatrenie	Termín (krátkodobé I /strednodobé II/ dlhodobé III)	Poznámka
Analýzy - BS	Dopracovať PpBS SE-EBO pre externé a interné nebezpečenstvá v súlade s medzinárodnými štandardami	I	Realizuje sa
Zlepšenie prevádzkových predpisov	Vypracovať postupy na udržiavanie prevádzkyschopnosti dažďovej, priemyselnej a splaškovej kanalizácie vrátane udržiavania čistoty striech.	I	
Zlepšenie prevádzkových predpisov	Zhotoviť postupy pre odstraňovania následkov záplav pri obnovení prevádzkyschopnosti postihnutých SKK.	II	
Zlepšenie prevádzkových predpisov	Aktualizovať postupy na udržiavanie dažďovej, priemyselnej a splaškovej kanalizácie v areáli, na strechách budov.	I	

Kapitola 4 – Extrémne meteorologické podmienky

Identifikovaná oblasť pre zlepšenie	Opatrenie	Termín (krátkodobé I	Poznámka
-------------------------------------	-----------	-------------------------	----------

8.IDENTIFIKOVANÉ OBLASTI PRE ZLEPŠENIE A PLÁN IMPLEMENTÁCIE NÁPRAVNÝCH OPATRENÍ A ANALÝZ

		/strednodobé II/ dlhodobé III)	
Analýzy - BS	Dopracovať PpBS EMO1,2 pre externé a interné nebezpečenstvá v súlade s medzinárodnými štandardami	I	Realizuje sa
Zvýšenie spoľahlivosti podporného systému	Analyzovať klimatizáciu miestnosti rozvádzačov pre DG 1QX v SO530, Dieselgenerátorová stanica a prijať prípadné technické preventívne opatrenia	II	
Zlepšenie prevencie	Doplniť do predpisu pre pochôdzkové kontroly Dieselgenerátorovej stanice, že počas teplôt -20°C a nižších potrebné venovať zvýšenú pozornosť stavu sacích žalúzií a výfukov a vznikajúcu námrazu odstraňovať.	I	
Zlepšenie prevencie	Preveriť a zrealizovať preventívne opatrenia pre udržanie hasičskej a inej podpornej techniky a rezervných zdrojov v prevádzkyschopnom stave pri extrémne nízkej teplote	II	
Analýzy	Zabezpečiť posúdenie všetkých strešných konštrukcií podľa Eurokódu	II	
Analýzy	Aktualizovať námrazovú mapu na Eurokódnom definovanú charakteristickú hodnotu klimatického zaťaženia	II	
Zlepšenie prevencie	Doplniť do predpisu pre pochôdzkové kontroly Dieselgenerátorovej stanice, že počas teplôt -20°C a nižších potrebné venovať zvýšenú pozornosť stavu sacích žalúzií a výfukov a vznikajúcu námrazu odstraňovať.	I	

Kapitola 5 – Strata elektrického napájania a konečného odvodu tepla

Identifikovaná oblasť pre zlepšenie	Opatrenie	Termín (krátkodobé I /strednodobé II/ dlhodobé III)	Poznámka
Zvýšenie redundancie elektrických zdrojov napájania	Zabezpečiť DG 0,4kV pre dobíjanie AKU batérií a napájanie vybraných spotrebičov bloku počas SBO	I	Prebieha obstarávanie
Zvýšenie redundancie	Zabezpečiť vysokotlaký zdroj	I	Prebieha

8.IDENTIFIKOVANÉ OBLASTI PRE ZLEPŠENIE A PLÁN IMPLEMENTÁCIE NÁPRAVNÝCH OPATRENÍ A ANALÝZ

zdrojov napájacej vody	napájacej vody PG prevádzkyschopný počas SBO s minimálnym prietokom 20 - 25t/h pre jeden blok a tlakom 6MPa a zabezpečiť logistiku zásobovania zdroja		obstarávanie
Zlepšenie prevencie a zvýšenie redundancie zdrojov	Vypracovať postup obnovenia napájania z rozvodne 400 kV DG Energy elektrárne v Leviciach	II	
Zlepšenie prevencie a zvýšenie kapacity zdrojov	Zabezpečiť opatrenia na zníženie spotreby havarijného osvetlenia, vrátane možnosti vypínania nepotrebných častí	II	
Analýzy	Získať údaje dokumentujúce správanie sa upchávok HCČ pri dlhodobom výpadku chladenia (viac ako 24h)	II	
Zlepšenie predpisov	Posúdiť dopracovanie ďalších predpisov pre extrémne externé udalosti s dopadom na dva bloky	II	
Personálne zabezpečenie	Posúdiť personálne zabezpečenie na zmene z hľadiska odozvy na extrémne externé udalosti s dopadom na dva bloky, majúce za následok SBO resp. UHS.	II	
Výcvik personálu	Vypracovať programy pre testy a výcvik personálu pre situácie vyvolané extrémnymi externými udalosťami s dopadom na dva bloky (doplňovanie PG, havarijné doplňovanie TVD, obnovovanie elektrického napájania a pod.).	II	

Kapitola 6 – Riadenie ťažkých havárií

Identifikovaná oblasť pre zlepšenie	Opatrenie	Termín (krátkodobé I /strednodobé II/ dlhodobé III)	Poznámka
Analýza	Po ukončení implementácie SAM analyzovať dostatočnosť jeho riešení pre zvládnutie ťažkej havárie na dvoch blokoch a navrhnúť opatrenia v súlade s požiadavkami	III	
Personálne zabezpečenie	Posúdiť personálne zabezpečenie na zmene a v HRS z hľadiska odozvy na ťažkú haváriu na dvoch blokoch	II	
Analýza	Analyzovať zlepšenie	II	

8.IDENTIFIKOVANÉ OBLASTI PRE ZLEPŠENIE A PLÁN IMPLEMENTÁCIE NÁPRAVNÝCH OPATRENÍ A ANALÝZ

	logistického zabezpečenia pre podmienky extrémnych externých udalostí a ťažkých havárií s dopadom na dva bloky, za predpokladu požadovanej autonómnosti lokality 72 hod		
Analýza	Analyzovať dostatočnosť a preveriť aktuálnosť zmluvného zabezpečenia podpory zo strany externých organizácií	I	
Analýza	Pokračovať v koordinácii technickej a organizačnej odozvy na extrémne udalosti a ťažké havárie s partnerskými JE V213 (EDU, Pakš)	II	

9. PRÍLOHA

Deterministické vyhodnocovanie plnenia bezpečnostných funkcií „metóda konfiguračnej matrice”

Metodika pre vyhodnocovanie plnenia štyroch hodnotených bezpečnostných funkcií je založená na aplikácii princípov Ochrany do hĺbky (OdH) (3. a 4. úroveň) pre stavy JE vyvolané nadprojektovou externou udalosťou (BDB EE) alebo ich zdôvodniteľnou kombináciou (t.j. kauzálnou). Preverované bezpečnostné funkcie v zmysle zadania sú:

- Odvod tepla z AZ reaktora,
- Odvod tepla z bazénu skladovania vyhoreného paliva (BSVP),
- Integrita kontainmentu (= odvod tepla z kontainmentu + izolácia kontainmentu + prevencia vysokoenergetických interných javov súvisiacich s generáciou vodíka)
- Podkritičnosť AZ reaktora
- Podkritičnosť BSVP

Systematické zhodnotenie odozvy JE na BDB EE a ich prípadné kombinácie, s dôrazom na dlhodobý vývoj podmienok na JE a na identifikáciu „cliff-edge“ efektov pri zabezpečovaní dôležitých podporných funkcií (jednosmerné a striedavé napájanie, chladenie TVD, ...) a cez ne samotných bezpečnostných funkcií prekračuje možnosti informačných zdrojov, ktoré sú v súčasnosti k dispozícii (PP, BS, PSA L1- L2, špecifické bezpečnostné analýzy na podporu EOP/ SAMG, ...). V dostupných analýzach pre hodnotenie OdH na prechode medzi 3. úrovňou na a 4. úrovni sa v rôznom rozsahu uvažujú nielen systémy bezpečnostné ale aj systémy normálnej prevádzky. Z hľadiska dopadu externých udalostí na pohotovosť systémov sa doposiaľ uvažovali udalosti iba v rozsahu DB a aj kvalifikácia komponentov z hľadiska externých udalostí sa hodnotila iba pre rozsah DB EE. Z tohto dôvodu v súčasnosti chýbajú informácie o odozve JE na BDB EE a aj na interné iniciačné udalosti vyvolané BDB EE, ak pohotovosť a prevádzkyschopnosť komponentov a systémov, predstavujúcich v analýzach bezpečnosti počiatočné a okrajové podmienky, je narušená ako následok BDB EE.

Z tohto dôvodu Stress testom definovaným ako hodnotenie zraniteľnosti JE (resp. zraniteľnosti vybraných bezpečnostných funkcií) pri BDB EE musí predchádzať systematické posúdenie zraniteľnosti kľúčových komponentov systémov normálnej prevádzky a bezpečnostných systémov zabezpečujúcich plnenie kritických bezpečnostných funkcií v priebehu udalosti iniciovanej hypotetickou BDB EE. Túto analýzu je potrebné vykonať pre všetky prevádzkové režimy bloku. Strata prevádzkyschopnosti kľúčových komponentov sa totiž premietne do straty prevádzkyschopnosti príslušného systému, majúce za následok zníženie stupňa zálohovania, alebo definitívnu stratu, schopnosti zabezpečovať plnenie niektorej z kritických bezpečnostných funkcií. Je potrebné zdôrazniť, že ak sa na 3. a 4. úrovni OdH uvažujú systémy normálnej prevádzky a aj bezpečnostné systémy, je počiatočná redundancia zabezpečenia bezpečnostných funkcií relatívne vysoká, ako je možné vidieť z predpisov pre normálnu prevádzku a predovšetkým z EOP.

Prevod hodnotenia zraniteľnosti kritických bezpečnostných funkcií u JE ako celku na hodnotenie zraniteľnosti vybraných komponentov, systémov a konštrukcií (SKK) je ekvivalentný iba vtedy, ak BDB EE alebo ich kombinácia nevyvolá ako závislé zlyhanie niektorú internú udalosť, majúcu prevažujúci vplyv na

d'alší vývoj. V takomto prípade by bolo potrebné hodnotenie vývoja udalosti rozšíriť o hodnotenie zabezpečenia ďalších bezpečnostných funkcií. Napríklad pri silne nadprojektovom zemetrasení môže byť nielen ovplyvnená/ stratená prevádzkyschopnosť systémov pre odvod tepla z AZ/ BSVP a systémov potrebných pre riadenie podkritičnosti, ale môže vzniknúť aj následná netesnosť PO/ BSVP ako porucha vyvolaná iniciačnou udalosťou. V takomto prípade by bolo nevyhnutné skúmať aj ďalšie aspekty ovplyvňujúce bezpečnosť AZ, kontainmentu a paliva v BSVP, minimálne napríklad schopnosť zabezpečovať kritickú bezpečnostnú funkciu Riadenie inventáru chladiva. Takéto komplexné hodnotenie však nie je možné vykonať inžinierskou úvahou na základe dostupných informácií, ale sú nevyhnutné náročné bezpečnostné analýzy.

Z uvedených dôvodov hodnotenia v rámci stress testov nezahrňujú možnosť vzniku vyvolaných interných v dôsledku BDB EE alebo kombinácie. Jediným uvažovaným mechanizmom ohrozenia bezpečnostných funkcií sú straty prevádzkyschopnosti systémov, ktoré ich zabezpečujú. Z hľadiska fenomenologickej charakteristiky udalosti sa teda jedná o typ Tranzient, t.j. udalosť s narušením odvodu tepla a udalosť „strata podkritičnosti/ sekundárna kritičnosť“. Hodnotenie „cliff edge“ efektov, obnovovacích zámkov a ich realizovateľnosti, etáp vývoja udalosti a časových rezerv musí zohľadňovať reálne podmienky vyvolané hypotetickou externou udalosťou. Kľúčové komponenty/ systémy/ konštrukcie sú ovplyvnené priamo (napr. zlyhanie v dôsledku zaplavenia) alebo nepriamo (napr. stratou napájania alebo iných podporných funkcií).

Súčasná architektúra PSA štúdií JE V2 a EMO12, predovšetkým rozsah zahrnutia systémov normálnej prevádzky, neumožňuje ich využitie pre identifikáciu VŠETKÝCH REDUNDANTNÝCH kombinácií SSK, umožňujúcich zabezpečovanie uvažovaných bezpečnostných funkcií aspoň krátkodobo alebo dočasne. Hlavným dôvodom je aplikácia princípu minimálnej požadovanej schopnosti vykonávať funkciu, tzv. „mission time“, aspoň 24 hodín.

Preto musia byť analýzy v rámci Stress testov založené na deterministickej základni a musia mať k dispozícii vhodné, pre tento účel optimalizované, podporné nástroje.

Požiadavky kladené na podporný deterministický systém (databázu) umožňujúcu identifikovať všetky množiny kľúčových SKK a v závislosti na jej závažnosti vyhodnocovať dopad BDBEE na kľúčové komponenty JE a tým monitorovať zvyškové prevádzkyschopné množiny komponentov zabezpečujúcich kritické bezpečnostné funkcie je možné zhrnúť nasledujúcim spôsobom:

1. Databáza musí byť nástrojom umožňujúcim systematické a prehľadné monitorovanie/ vyhodnocovanie prevádzkyschopnosti kombinácií kľúčových komponentov zabezpečujúcich konkrétne BF. V rámci tejto metodiky sa pre tieto kombinácie zavádza pojem KONFIGURÁCIE a konfigurácie sú zostavené v KONFIGURAČNÚ MATRICU z jednotlivých použiteľných SKK.
2. Zraniteľnosť komponentov (a teda nimi tvorených konfigurácií) sa hodnotí realisticky porovnávaním identifikovaných alebo odhadnutých rezerv vo vzťahu k podmienkam, ako seizmickému namáhaniu, teplote a vlhkosti, predpokladom prevádzkyschopnosti je tiež dostupnosť ich podporných funkcií a napájania, chladenia a pod.
3. Do hodnotenia sú zahrnuté všetky realisticky použiteľné resp. realisticky nastaviteľné konfigurácie, a to vo všetkých prevádzkových režimoch JE

4. Postupné deterministické zvyšovanie závažnosti BDB EE a monitorovanie dopadov na prevádzkyschopnosť konfigurácií pokračuje dovtedy, kým nepríde k strate všetkých konfigurácií zabezpečujúcich aspoň podmienne a časovo obmedzene konkrétnu bezpečnostnú funkciu
5. Konfigurácie sú identifikované na základe predpisov pre normálnu prevádzku, BS (obsahujúcej udalosti v rozsahu DB riešené konzervatívne činnosťou bezpečnostných systémov – OdH na 3. úrovni) a EOPs (udalosti DB a BDBA riešené realisticky ODH na prechode 3. A 4. úrovni). Vzhľadom na to, že implementácia SAMG nie je ukončená, nie sú pre účely tejto štúdie identifikované konfigurácie na 4. úrovni OdH.
6. Dopady extrémnych podmienok na riadenie ťažkých havárií vzhľadom na previazanosť a komplexnosť väzieb medzi SAM systémami musia byť pojednané iným spôsobom samostatne.

I. Postup tvorby databázy - fázy:

a) Identifikácia všetkých konfigurácií SSK – identifikácia všetkých realizovateľných prepojení SSK, ktoré umožňujú udržiavať konkrétnu bezpečnostnú funkciu aspoň dočasne. Časový interval, počas ktorého konfigurácia dokáže funkciu zabezpečovať je jedným z hodnotených parametrov. Každá konfigurácia je definovaná minimálnou množinou SSK, ktorá postačuje pre udržiavanie bezpečnostnej funkcie, napr. nádrže, čerpadlá, potrubia, ventily, tepelné výmenníky, ... Konfigurácie sa identifikujú pre všetky prevádzkové režimy a pre všetky bezpečnostné funkcie.

- Poznámka 1: Neaplikuje sa žiaden minimálny dolný časový limit pre požadovanú prevádzkyschopnosť, ako napríklad "mission time" v PSA štúdiách.
- Poznámka 2: Zdrojom podkladov pre zostavovanie konfigurácií pre nadprojektové externé podmienky sú predovšetkým symptómovo orientované EOP. Je potrebné zdôrazniť, že EOP ako relatívne vysokoúrovňový dokument neobsahuje všetky detaily týkajúce sa spôsobu nastavovania konfigurácií a potenciálnych obnovovacích činností a podobne, takže v tejto fáze je nevyhnutný inžiniersky odhad a prevádzkové skúsenosti.
- Poznámka 3: Počet nastaviteľných základných konfigurácií je vysoký, čo poskytuje veľký priestor a flexibilitu pre ich výber, pokiaľ nie je ich prevádzkyschopnosť ovplyvnená. Počet možných stratégií udržiavania resp. obnovovania bezpečnostných funkcií významne prekračuje počet „front-line“ stratégií zahrnutých v PSA L1 alebo konzervatívnych analýzach BS, založených na využívaní výlučne bezpečnostných systémov.

b) Identifikácia konfigurácií podporných systémov – SSK systémov zabezpečujúcich elektrické napájanie a ostatné podporné funkcie (chladenie, dodávka médií, ..) sú zoskupované a uvažované analogicky ako u systémov priamo realizujúcich bezpečnostné funkcie

- Poznámka 4: Prevádzkové režimy sú z praktických dôvodov zoskupené do 3 skupín:

Hodnotenia bezpečnostných funkcií aktívnej zóny reaktora

- i. Výkonová prevádzka – polohorúci stav,
- ii. Studený odstavený, neroztesnený

- iii. Studený odstavený a roztesnený – výmena paliva.

Hodnotenia bezpečnostných funkcií bazénu skladovania vyhoreného paliva

- i. Oddelený od bazénu výmeny (počas kampane alebo počas VP)
 ii. Prepojený s bazénom výmeny počas VP

Bezpečnostné funkcie pre BSVP sú zabezpečované samostatnou skupinou konfigurácií vo väčšine prevádzkových režimov bloku, okrem časove obmedzeného intervalu počas výmeny paliva, kedy je možné niektoré BF riešiť spoločne s AZ reaktora (napríklad odvod tepla).

- c) **Odhad kapacity jednotlivých konfigurácií** – realistický odhad času, počas ktorého konfigurácia je schopná vykonávať svoju funkciu a stanovenie podmienok jej použiteľnosti (vzhľadom na predchádzajúci vývoj situácie, prevádzkový režim bloku a na relevantné technické obmedzenia atď.).

- Poznámka: Jednotlivé skupiny konfigurácií sa významne líšia z hľadiska kapacity zdrojov (napríklad prietok médií a celkový objem chladiča), z hľadiska „robustnosti“ (počet a kvalifikácia jednotlivých komponentov) a rezerv pre konkrétny prevádzkový režim (bilancia medzi požiadavkami a kapacitou).

- d) **Zostavenie zoznamu všetkých kľúčových komponentov** (vytvorenie zoznamu všetkých komponentov, ktoré sa vyskytujú aspoň v jednej konfigurácii)

- Poznámka: Zoznam komponentov sa tvorí paralelne v etape identifikovania a odhadu kapacity konfigurácií.

- e) **Identifikácia kvantitatívnych charakteristík prehodnotenie zraniteľnosti komponentov zahrnutých v zozname komponentov** – identifikovanie (rešerš, inžiniersky odhad, analýza, ...) všetkých charakteristík komponentov, ktoré sú reprezentatívne pre hodnotenie dopadu BDB EE na systémy JE (parametre zraniteľnosti)

- Poznámka 1: Charakteristiky a z nich vyplývajúce rezervy sú systematicky vyhľadávané v existujúcej dokumentácii (napr. existujúce seizmické údaje pre seizmický ostrov a ostatné systémy, kvalifikačné údaje nachádzajúce sa v špecifikáciách systémov a pod.), zisťované pochôdzkovou kontrolou (výškové rezervy komponentov do zaplavenia), odhadnuté inžinierskym posudkom atď.
- Poznámka 2: Kvantitatívne reprezentatívne charakteristiky komponentov vo vzťahu k BDB EE:

Vlastnosť zariadenia	Zozbierané údaje		
Umiestnenie	Budova	Podlažie	Miestnosť
El. napájanie	Rozvádzač (až po najvyššiu úroveň)		
Záplava	Min. hladina v miestnosti spôsobujúca zlyhanie zariadenia [cm]		

Kvalifikácia	Odolnosť striekajúcej voči vode (áno/nie)	Prevádzkyschopnosť po zaplavení (áno/nie)	Odolnosť voči vlhkému prostrediu (áno/nie)
Odolnosť seizmická	Max. hodnota zrýchlenia [g]	Seizmická trieda	
Odolnosť voči parametrom prostredia	Max. teplota [°C]	Min. teplota [°C]	
Ovládanie diaľkové elektrické	BD (áno/nie)	ND (áno/nie)	Miestne (deblokačná skrinka) - (áno/nie)
Umiestnenie ručného ovládania (kolečko)	Miestnosť	Podlažie	

Poznámka: Uvažujú sa aj podporné funkcie nevyhnutné pre prevádzku komponentu (chladenie, mazanie, tlakový vzduch, ...)

- f) **Zoskupovanie konfigurácií do skupín** – zoskupovanie konfigurácií do skupín s podobnými kapacitnými rezervami vzhľadom na konkrétnu bezpečnostnú funkciu, s cieľom zvýšiť prehľadnosť databázy a výstupov
- g) **Verifikácia konfigurácií** – verifikácia databázy konfigurácií z hľadiska kompletnosti, verifikácia parametrov komponentov reprezentujúcich ich zraniteľnosť pri BDB EE, odhadu kapacít konfigurácií a podobne
- h) **Vývoj vhodného užívateľského rozhrania databázy** – optimalizácia rozhrania vzhľadom na očakávané vstupy a výstupy

II. Aplikácia databázy pri hodnotení zraniteľnosti JE na BDB EE

- a) **Zadanie závažnosti BDB EE** - BDB EE resp. kombinácie sú zadávané do databázy ako kvantitatívne parametre reprezentujúce ich hlavný dopad na systémy JE – deterministický vstup
- b) **Identifikácia zvyšných konfigurácií zabezpečujúcich bezpečnostné funkcie** – automatické vyhodnocovanie zlyhaných SKK (databáza vylúči konfigurácie, u ktorých sú pre dané kvantitatívne parametre BDB EE u niektorej z SKK prekročené rezervy alebo SKK stratí podporné funkcie).
 - Poznámka 1: V tomto kroku sa generuje zoznam zvyšných prevádzkyschopných konfigurácií ale súčasne sa monitoruje aj zoznam potenciálne obnoviteľných konfigurácií (konfigurácií s malým počtom zlyhaných komponentov, ktoré je možné obnoviť zásahmi AM).
 - Poznámka 2: V tomto kroku sa vyhodnocuje časový interval/ okno, počas ktorého zvyškové konfigurácie zabezpečujú bezpečnostné funkcie a sleduje sa časový sled „cliff edge“ skokov ako funkcia závažnosti BDB EE
- c) **Analýza potenciálnych obnovovacích zásahov a možnosť HW rozšírení** – pri iteratívnom zopakovaní krokov 1) – 2) sa okrem hodnotenia zraniteľnosti posudzujú aj možnosti personálu spadajúce do AM – posudzuje sa realizovateľnosť plánovaných obnovovacích zásahov pre opätovné

uviedenie konfigurácií do prevádzkyschopného stavu v reálnych podmienkach BDB EE danej závažnosti, dostatočnosť zdrojov a logistického zabezpečenia a možnosť/ potreba HW úprav resp. inštalácia nového HW. Tieto hodnotenia sú založené na inžinierskej úvahe a existujúcich zdrojoch informácií.

- d) Identifikovanie definitívnej BDB EE** – iteratívne zvyšovanie závažnosti BDB EE v slučke tvorenej krokmi 1) a 3) umožňuje zistiť, pri akých parametroch BDB EE je bezpodmienečne stratená schopnosť zabezpečiť konkrétnu bezpečnostnú funkciu v danom prevádzkovom režime JE, pretože sú neprevádzkyschopné a neobnoviteľné všetky konfigurácie – definitívna BDB EE pre danú bezpečnostnú funkciu.