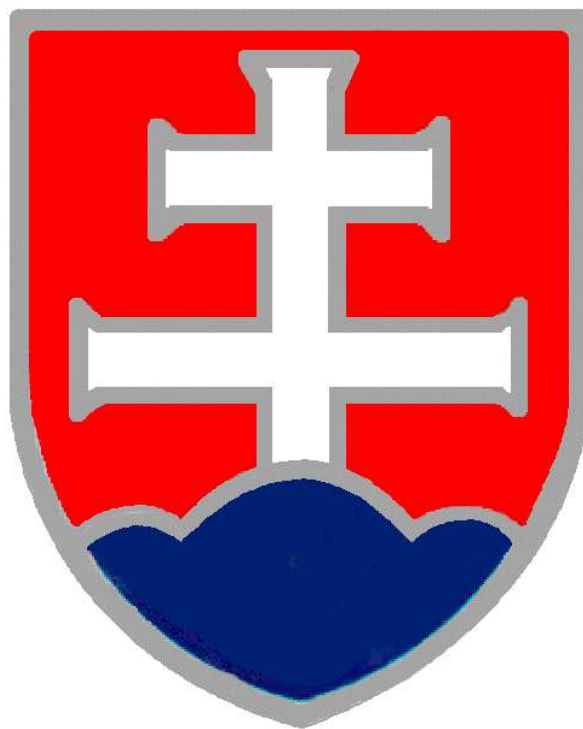


**MIMORIADNA
NÁRODNÁ SPRÁVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY**



**SPRACOVANÁ
V ZMYSLE DOHOVORU O JADROVEJ BEZPEČNOSTI
APRÍL 2012**

OBSAH	
0	ÚVOD.....11
0.1	Účel správy 11
0.2	Stručný popis charakteristík lokality a blokov 11
0.2.1	Hlavné charakteristiky blokov.....13
1	SÚHRN16
2	VONKAJŠIE UDALOSTI.....35
2.1	Seizmické..... 35
2.1.1	Základná projektová hodnota.....35
2.1.1.1	Zemetrasenie uvažované v projekte elektrárne35
2.1.1.2	Opatrenia na ochranu elektrární pred projektovým zemetrasením.....40
2.1.1.3	Súlad medzi elektrárnami a ich aktuálnym princípom pre udelenie licencie45
2.1.2	Hodnotenie bezpečnostných rezerv46
2.1.2.1	Rozsah zemetrasenia, ktoré vedie k vážnemu poškodeniu paliva46
2.1.2.2	Rozsah zemetrasenia vedúceho k strate integrity kontajmentu46
2.1.2.3	Zemetrasenie prekračujúce projektové zemetrasenie elektrárne a následné záplavy prekračujúce projektové záplavy.....46
2.1.2.4	Opatrenia, s ktorými je možné počítať na zvýšenie odolnosti elektrárne voči zemetraseniam46
2.2	ZÁPLAVY 46
2.2.1	Základná projektová hodnota.....46
2.2.1.1	Záplavy uvažované v projekte elektrárne46
2.2.1.2	Opatrenia na ochranu elektrárne pred projektovými záplavami.....50
2.2.1.3	Súlad elektrární so súčasne platnou licenčnou základňou54
2.2.2	Hodnotenie bezpečnostných rezerv55
2.2.2.1	Odhad bezpečnostných rezerv voči záplavám55
2.2.2.2	Opatrenia, s ktorými je možné počítať na zvýšenie odolnosti elektrární voči záplavám55
2.3	Extrémne poveternostné podmienky 56
2.3.1	Základná projektová hodnota.....56
2.3.1.1	Prehodnotenie poveternostných podmienok uvažovaných v projekte56
2.3.2	Hodnotenie bezpečnostných rezerv59
2.3.2.1	Zhodnotenie bezpečnostných rezerv pri vzniku extrémnych poveternostných podmienok59
2.3.2.2	Opatrenia, s ktorými je možné počítať na zvýšenie odolnosti elektrární voči extrémnym poveternostným podmienkam61
3	STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A KONEČNÉHO ODVODU TEPLA.....63

3.1	Strata elektrického napájania	63
3.1.1	Strata externého napájania	64
3.1.1.1	Projektové opatrenia berúce do úvahy túto situáciu: Záložné zdroje normálneho napájania striedavým prúdom za predpokladu ich kapacity a pripravenosti na prevádzku, závislosť na funkciách ostatných reaktorov v tej istej lokalite Robustnosť opatrení v spojení so seizmickou udalosťou a záplavou	64
3.1.1.2	Autonómia vnútorných zdrojov napájania v elektrárni a opatrenia na predĺženie prevádzky vnútorných zdrojov napájania striedavým prúdom	64
3.1.2	Strata napájania zo siete a strata základných náhradných zdrojov striedavého napájania	64
3.1.2.1	Projektové opatrenia berúce do úvahy túto situáciu: rôzne inštalované zdroje striedavého napájania a/alebo prostriedky na včasné zabezpečenie ďalších zdrojov striedavého napájania, kapacita a pripravenosť na ich uvedenie do prevádzky Robustnosť opatrení v spojení so seizmickými udalosťami a záplavami	65
3.1.2.2	Kapacita batérií, trvanie a možnosti ich dobíjania	65
3.1.3	Strata napájania zo siete a strata základného náhradného zdroja striedavého napájania, strata diverzných zdrojov záložného striedavého napájania	65
3.1.3.1	Kapacita batérií, trvanie a možnosť ich dobíjania v tejto situácii	66
3.1.3.2	Opatrenia predpokladané na zriadenie mimoriadneho zdroja striedavého napájania z prenosného alebo špeciálneho externého zdroja	66
3.1.3.3	Kompetentnosť zmenového personálu vykonať potrebné elektrické pripojenia a doba potrebná na tieto činnosti Čas potrebný pre špecialistov na realizáciu prepojení	66
3.1.3.4	Čas k dispozícii pre obnovenie striedavého napájania a obnovenie chladenia aktívnej zóny a bazénu vyhoreteho paliva pred vznikom poškodenia paliva: Zváženie rozličných príkladov časového oneskorenia od odstavenia reaktora a stratu normálnych podmienok chladenia AZ (napr. začiatok straty vody z primárneho okruhu)	67
3.1.4	Záver o vhodnosti ochrany proti strate napájania	74
3.1.5	Opatrenia, ktoré je možné predpokladať pre zvýšenie odolnosti elektrárne v prípade straty elektrického napájania	74
3.2	Strata schopnosti odvodu rozpadového tepla/konečného recipientu tepla	74
3.2.1	Projektové opatrenia na ochranu pred stratou primárneho UHS, ako alternatívne privody morskej vody alebo systémy na ochranu hlavného privodu vody pred upchatím	75
3.2.2	Strata primárneho UHS (napr. strata prístupu k chladiacej vode z rieky, jazera alebo mora alebo strata hlavnej chladiacej veže)	76
3.2.2.1	Dlhodobá strata privodu surovej vody do areálu JE	76
3.2.2.2	Dostupnosť alternatívneho UHS, závislosť od funkcií ostatných reaktorov v tej istej lokalite	77
3.2.2.3	Možné časové obmedzenia disponibility alternatívneho odvodu tepla a možnosti zvýšenia disponibilného času	78
3.2.3	Strata konečného recipientu tepla a náhradného recipientu tepla	78
3.2.3.1	Externé činnosti smerujúce k prevencii poškodenia paliva	87

3.2.3.2	Čas k dispozícii pre obnovenie jedného z konečných recipientov tepla alebo k iniciácii činností smerujúcich k obnoveniu chladenia aktívnej zóny a bazénu vyhoreteho paliva pred poškodením paliva: zváženie rozličných príkladov časového oneskorenia od odstavenia reaktora a straty normálnych podmienok chladenia AZ a BVP (napr. začiatok straty vody z primárneho okruhu).....	87
3.2.4	Závery o vhodnosti ochrany proti strate konečného recipientu tepla	88
3.2.5	Opatrenia, ktoré je možné prijať pre zvýšenie odolnosti elektrárne v prípade straty konečného recipientu tepla.....	88
3.3	Strata základného UHS skombinovaná s udalosťou SBO (pozri špecifikácie záťažových testov)	89
3.3.1	Doba nezávislosti lokality pred stratou podmienok normálneho chladenia AZ a BVP (napríklad začiatok straty vody z primárneho okruhu)	89
3.3.2	Externé činnosti smerujúce k prevencii poškodenia paliva	89
3.3.3	Opatrenia, ktoré je možné prijať na zvýšenie odolnosti elektrárni v prípade straty primárneho UHS kombinovaného s SBO	89
4	RIADENIE ŤAŽKÝCH HAVÁRIÍ	90
4.1	Organizácia a opatrenia držiteľa licencie na riadenie havárií	90
4.1.1	Organizácia držiteľa licencie na riadenie havárií.....	93
4.1.1.1	Obsadenie zmien a riadenie zmien počas normálnej prevádzky	93
4.1.1.2	Opatrenia umožňujúce optimálne zásahy personálu	93
4.1.1.3	Použitie externej technickej podpory pre riadenie havárií.....	97
4.1.1.4	Závislosť od funkcií ostatných reaktorov v tej istej lokalite	97
4.1.1.5	Postupy, školenia a cvičenia	98
4.1.1.6	Plány na posilnenie organizácie lokality pre riadenie havárií	100
4.1.2	Možnosti využívania existujúcich zariadení	103
4.1.2.1	Opatrenia umožňujúce používať mobilné zariadenia (disponovanie s takýmito zariadeniami, čas potrebný na ich inštaláciu v lokalite a na ich uvedenie do prevádzky).....	103
4.1.2.2	Zaistenie a riadenie dodávok (palivo pre dieselové generátory, voda a pod.)	103
4.1.2.3	Riadenie rádioaktívnych výpustí, opatrenia na ich obmedzenie	103
4.1.2.4	Komunikácia a informačné systémy (interné a externé)	104
4.1.3	Posúdenie faktorov, ktoré môžu mať negatívny vplyv na riadenie havárie a príslušné náhradné opatrenia.....	106
4.1.3.1	Významná deštrukcia infraštruktúry alebo zaplavenie znemožňujúce dostupnosť areálu.....	106
4.1.3.2	Strata komunikačných zariadení/systémov.....	107
4.1.3.3	Negatívny vplyv vysokých lokálnych dávok, rádioaktívnej kontaminácie a deštrukcie niektorých zariadení na vykonateľnosť činností	108
4.1.3.4	Dopad na dostupnosť a obývateľnosti hlavnej a núdzovej dozorne, opatrenia prijaté na zabránenie alebo riadenie tejto situácie	108
4.1.3.5	Dopad na rozličné priestory používané krízovými štábmi, alebo do ktorých by bol prístup nevyhnutný na riadenia havárie	108

4.1.3.6	Realizovateľnosť a efektívnosť opatrení riadenia havárií v podmienkach extrémnych externých ohrození (zemetrasenie, záplavy)	109
4.1.3.7	Neprevádzkyschopnosť zdrojov napájania	109
4.1.3.8	Potenciálne zlyhania prístrojového vybavenia	109
4.1.3.9	Možné účinky ostatných inštalácií v lokalite, vrátane možnosti obmedzenej dostupnosti vyškoleného personálu zvládnuť rozšírené havárie niekoľkých blokov	109
4.1.4	Záver o vhodnosti organizačných opatrení pre riadenie havárie	110
4.1.5	Možné opatrenia na zlepšenie schopnosti riadenia havárií	110
4.2	Opatrenia na riadenie havárií, ktoré v súčasnosti existujú v rôznych stupňoch scenára straty funkcie chladenia aktívnej zóny	110
4.2.1	Pred nastaním poškodenia paliva v tlakovej nádobe reaktora/počet tlakových trubiek (vrátane posledných zdrojov na zabránenie poškodenia paliva)	110
4.2.2	Po nastaní poškodenia paliva v tlakovej nádobe reaktora/určitého počtu tlakových trubiek	110
4.2.3	Po zlyhaní tlakovej nádoby reaktora/určitého počtu tlakových trubiek	111
4.3	Zachovanie integrity kontajnementu po vzniku významného poškodenia paliva v AZ (až do jej roztavenia)	111
4.3.1	Eliminácia poškodenia/roztavenia paliva pod vysokým tlakom	111
4.3.1.1	Projektové opatrenia	111
4.3.1.2	Prevádzkové opatrenia	112
4.3.2	Riadenie vodíkových rizík vo vnútri kontajnementu	112
4.3.2.1	Projektové opatrenia, vrátane posúdenia dostatočnosti vzhľadom na rýchlosť tvorby vodíka a jeho množstvo	112
4.3.2.2	Prevádzkové opatrenia	113
4.3.3	Prevencia pretlaku v kontajmente	113
4.3.3.1	Projektové opatrenia, vrátane opatrení na zabránenie rádioaktívnych únikov, ak si ochrana pred pretlakom vyžaduje uvoľnenie pary/plynu z kontajnementu	113
4.3.3.2	Prevádzkové a organizačné opatrenia	114
4.3.4	Prevencia obnovenia kritického stavu	114
4.3.4.1	Projektové opatrenia	114
4.3.4.2	Prevádzkové opatrenia	115
4.3.5	Ochrana pred pretavením základného kovu	115
4.3.5.1	Potenciálne projektové riešenia umožňujúce zadržať taveninu v TNR	115
4.3.5.2	Možné opatrenia umožňujúce chladenie kória vnútri kontajnementu po zlyhaní TNR	117
4.3.5.3	Cliff edge efekty v časovom intervale medzi odstavením reaktora a roztavením AZ	117
4.3.6	Potreba a dodávka striedavého elektrického napájania a jednosmerného napájania a tlakového vzduchu pre zariadenia využívané na ochranu integrity kontajnementu	118

4.3.6.1	Projektové opatrenia.....	118
4.3.6.2	Prevádzkové opatrenia.....	119
4.3.7	Meracie a riadiace prístrojové vybavenie potrebné na ochranu integrity kontajneru.....	119
4.3.8	Spôsobilosť na riadenie ťažkej havárie v prípade simultánneho tavenia aktívnej zóny/poškodenia paliva v rozličných blokoch tej istej lokality (multi jednotka udalosti).....	120
4.3.9	Záver o vhodnosti systémov riadenia ťažkých havárií na ochranu integrity kontajneru	120
4.3.10	Možné opatrenia na zvýšenie schopnosti udržať integritu kontajneru po vzniku vážneho poškodenia paliva v AZ.....	120
4.4	Opatrenia pri riadení havárií na obmedzenie rádioaktívnych únikov	120
4.4.1	Rádioaktívne úniky po strate integrity kontajneru	120
4.4.1.1	Projektové opatrenia.....	120
4.4.1.2	Prevádzkové opatrenia.....	121
4.4.2	Riadenie havárií po odkrytí vrchu paliva v bazéne skladovania paliva	121
4.4.2.1	Riadenie vodíka	121
4.4.2.2	Zabezpečenie primeraného tienia proti radiácii.....	121
4.4.2.3	Obmedzenie únikov po vážnom poškodení vyhoreného paliva v bazénoch skladovania paliva ..	121
4.4.2.4	Prístrojové vybavenia potrebné na sledovanie stavu vyhoreného paliva a na riadenie havárie..	122
4.4.2.5	Dostupnosť a obývateľnosť blokovej dozorne.....	122
4.4.2.6	Záver o vhodnosti opatrení na obmedzenie rádioaktívnych únikov.....	122
5	NÁRODNÉ ORGANIZÁCIE (DOZOR, TECHNICKÉ PODPORNÉ ORGANIZÁCIE, PREVÁDZKOVATEĽ, VLÁDA)	123
5.1	Legislatívny a dozorný rámec.....	123
5.1.1	Štruktúra dozorných orgánov	123
5.1.2	Interakcie medzi organizáciami	126
5.1.2.1	Povoľovacie konanie jadrových zariadení.....	126
5.1.3	Transparentnosť - otvorenosť.....	128
6	HAVARIJNÁ PRIPRAVENOSŤ A REAKCIE PO PRÍPADNEJ HAVÁRII (MIMO ZARIADENIA)130	
6.1	Vykonávanie právnych predpisov v oblasti havarijnej pripravenosti	130
6.1.1	Národná organizácia havarijnej pripravenosti	130
6.1.2	Ústredný krízový štáb (ÚKŠ) - odborné a technické prostriedky	130
6.1.3	Vnútorne havarijné plány	132
6.1.3.1	Zariadenia a prostriedky havarijnej pripravenosti.....	133
6.1.3.2	Systémy udržiavania havarijnej pripravenosti	133
6.1.4	Radiačná ochrana.....	134
6.1.4.1	Plány ochrany obyvateľstva (vonkajšie havarijné plány)	134
6.1.4.2	Radiačná monitorovacia sieť SR.....	135

6.1.5	Reakcie na udalosti	137
6.1.5.1	Komunikácia, systémy varovania a vyznamenania obyvateľstva a zamestnancov	137
6.1.5.2	Riadenie po havárii	138
6.1.5.3	Transparentnosť	140
6.1.5.4	Informačný systém Európskej únie ECURIE (European Community Urgent Radiological Information Exchange)	141
6.1.5.5	Účasť SR na medzinárodných cvičeniach	141
7	MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA	143
7.1	Dohody a komunikácia.....	143
7.1.1	Dohovory v depozite Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu	143
7.1.2	Dohody a spolupráca s krajinami.....	143
7.2	Spolupráca s medzinárodnými organizáciami.....	144
7.3	Zabezpečenie spätnej väzby vrátane udalostí na jadrových zariadeniach iných jadrových elektrární v zahraničí.....	146

Skratky

AC	Striedavý prúd
AM	Riadenie havárií
AZ	Aktívna zóna
BD	Bloková dozorňa
BDBA	Nadprojektová havária
BR	Budova reaktora
BS	Bezpečnostná služba
BVP	Bazén vyhoreteho paliva
CČS	Centrálna čerpacia stanica
CDFM	Rezerva do poruchy stanovená konzervatívnym deterministickým prístupom
CO	Civilná ochrana
CV	Cirkulačná chladiaca voda
ČS	Čerpacia stanica
ČSN	Československá technická norma
DBA	Projektová havária
DDF	Trvanie hĺbkovej frekvencie
DG	Dieselgenerátor
DGS	Stanica dieselgenerátorov
DRK	Dozorňa radiačnej kontroly
EBO	Jadrová elektrárň Bohunice
EK	Európska komisia
EMO	Jadrová elektrárň Mochovce
EMO1,2	Jadrová elektrárň Mochovce, 1. a 2. blok
EOV	Elektrický odľahčovací ventil
ESTE	SW nástroj pre prognózovanie a klasifikáciu rádiologických dôsledkov
EÚ	Európska únia
EUR	Požiadavky európskych inštitúcií
FMFI UK	Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského
FO	Fyzická ochrana
GFÚ SAV	Geofyzikálny ústav Slovenskej akadémie vied
GIP	Odborná prieskumná metóda na určenie HCLPF
HA	Hydroakumulátor
ha	Hektár, jednotka plošnej miery = 10,000m ²
HaZZ	Hasičský a záchranný zbor

Skratky

HCČ	Hlavné cirkulačné čerpadlo
HCLPF	Zlyhanie s nízkou pravdepodobnosťou a vysokou dôveryhodnosťou (hranice pre seizmickú odolnosť konštrukcií, systémov a komponentov v existujúcom stave)
HK	Havarijná komisia
HK	Hlavný kondenzátor
HN	Havarijné napájanie
HNČ	Havarijné napájacie čerpadlo
HPME	Vyletovanie roztavenej hmoty pri vysokom tlaku
HPP	Havarijné prevádzkové postupy
HPP	Havarijné plánovanie a pripravenosť
HRS	Havarijné riadiace stredisko
HSCHZ	Havarijný systém chladenia aktívnej zóny
HVB	Hlavný výrobný blok
CHÚV	Chemická úprava vody
IS	Informačné stredisko
JE	Jadrová elektrárňa
JZ	Jadrové zariadenie
KCHL	Kontrolné chemické laboratórium civilnej ochrany
KI	Jodid draselný
KO	Kompenzátor objemu
LOCA	Havária so stratou chladiva
LRKO	Laboratóriá radiačnej kontroly okolia
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MO SR	Ministerstvo obrany Slovenskej republiky
MS	Monitorovacie stredisko
MSK 64	Makroseizmická stupnica intenzity
MV SR	Ministerstvo vnútra SR
MZ SR	Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky
MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
ND	Núdzová dozorňa
NEA	Agentúra pre jadrovú energiu
NN	Napájacia nádrž
NN PG	Napájacia nádrž parogenerátora
NRC	Komisia Jadrového dozoru
NT	Nízkotlakový
NV	Napájacia voda

OECD	Organizácia pre ekonomickú spoluprácu a rozvoj
OHO	Organizácia havarijnej odozvy
OR HaZZ	Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru
OV KO	Odlahčovací ventil kompenzátora objemu
PAMS	Systém monitorovania po havárii
PAR	Pasívny autokatalytický rekombinátor
PF UK	Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského
PG	Parogenerátor
PGA	Špičkové zrýchlenie na voľnom poli
PO	Primárny okruh
PSA	Pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti
PSA	Prepúšťacia stanica do atmosféry
PSK	Prepúšťacia stanica do kondenzátora (parná bypasová stanica do kondenzátora)
PV KO	Poistný ventil kompenzátora objemu
PV PG	Poistný ventil parogenerátora
RC FO	Riadiace centrum fyzickej ochrany
RCHBO OS SR	Prápor radiačnej, chemickej a biologickej ochrany Ozbrojených síl Slovenskej republiky
RLE	Zemetrasenie úrovne preskúmania
RMS	Radiačná monitorovacia sieť
RPP	Roztrhnutie potrubia pary
SAM	Riadenie ťažkých havárií
SAMG	Smernice na riadenie ťažkých havárií
SBO	Úplná strata napájania vlastnej spotreby elektrárne
SE, a. s.	Slovenské elektrárne, a.s.
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SHN	Superhavarijný napájací systém
SHNČ	Superhavarijné napájacie čerpadlo
SKK	Systémy, konštrukcie a komponenty
SKMCO	Sekcia krízového manažmentu a civilnej ochrany
SKR	Systém kontroly a regulácie
SL2	Seizmická úroveň 2 (MAAE)
SLOP	Stredisko logistiky a ochrany personálu
SMA	Hodnotenie seizmických rezerv
SO	Sekundárny okruh
SPSA	Pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti pre odstavený reaktor

Skratky

SR	Slovenská republika
SSE	Zemetrasenie pre bezpečné odstavenie
SSEL	Zoznam zariadení pre bezpečné odstavenie bloku po seizmickej udalosti
STN	Slovenská technická norma
STP	Stredisko technickej podpory
TDS	Teledozimetrický systém
TG	Turbogenerátor
TNR	Tlaková nádoba reaktora
TVD	Technická voda dôležitá
UHS	Koncový odvod tepla
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru SR
US NRC	Národný regulačný úrad USA
ÚKŠ	Ústredný krízový štáb
ÚVZ SR	Úrad verejného zdravotníctva SR
VARVYR	Systém varovania a vyznamenania
VE	Vodná elektrárň
VHP	Vnútropodnikový havarijný plán
VCHV	Ventilátorové chladiace veže
VRB	Vedúci reaktorového bloku
VT	Vysokotlakový
VUJE, a. s.	Výskumný ústav jadrových elektrární, a. s.
VÚVH	Výskumný ústav vodného hospodárstva
VZT	Vzduchotechnika
WANO	Svetová asociácia prevádzkovateľov jadrových elektrární
WENRA	Združenie západoeurópskych regulačných orgánov v oblasti jadrovej energie
WOG	Skupina vlastníkov Westinghouse
ZHRS	Zálohové havarijné riadiace stredisko
ZHÚ	Závodný hasičský útvar
ZI	Zmenový inžinier
ZJ Polície	Zásahová jednotka policajného zboru Slovenskej republiky
ZVN	Zachytenie v nádobe

0 ÚVOD

0.1 Účel správy

Dohovor o jadrovej bezpečnosti (ďalej len "dohovor", anglicky Convention on Nuclear Safety) je prvým medzinárodnoprávne záväzným dokumentom v oblasti jadrovej bezpečnosti.

Dohovor nadobudol platnosť 24. októbra 1996, zmluvnými stranami dohovoru je dnes 72 krajín.

Zmluvné strany na 5. posudzovacom zasadnutí, ktoré sa uskutočnilo 4. – 14. 4. 2011, prijali spoločnú deklaráciu týkajúcu sa udalosti v Japonsku. Súčasne zmluvné strany sa dohodli zvolať mimoriadne posudzovacie zasadnutie zmluvných strán Dohovoru o jadrovej bezpečnosti v roku 2012, počas ktorého sa na základe osobitnej národnej správy posúdia prijaté opatrenia a poučenia, ktoré sa vyvodili v súvislosti s udalosťami v Japonsku. Predmetná národná správa je plnením rozhodnutia prijatého na 5. posudzovacom zasadnutí k dohovoru. Obsah a štruktúra tejto správy sleduje závery prezidenta 5. posudzovacieho zasadnutia obsiahnuté v záverečnej správe tohto zasadnutia.

Nasledovné jadrové zariadenia sú predmetom tejto správy:

- Atómové elektrárne Bohunice – bloky V-2,
- Atómové elektrárne Mochovce – bloky 1 - 4 .

0.2 Stručný popis charakteristík lokality a blokov

Slovensko je vnútrozemská krajina nachádzajúca sa v miernom klimatickom pásme v strednej Európe. Na Slovensku sa nachádzajú dve jadrové lokality: Jaslovské Bohunice V-2 s 2 prevádzkovanými blokmi a Mochovce s dvomi prevádzkovanými blokmi EMO1,2 a ďalšími dvomi blokmi vo výstavbe – MO3,4, ktoré spolu tvoria JE Mochovce (pozri umiestnenie lokalít na mape a pohľad na jednotlivé lokality na dvoch nasledujúcich fotografiách - obr. 1, 2 a 3).

Držiteľom povolenia pre všetky tieto bloky je akciová spoločnosť Slovenské elektrárne, a. s.



Obr. 1: Umiestnenie hlavných elektrární na Slovensku

Úvod

Areál Jaslovských Bohuníc sa nachádza na západnom Slovensku; najbližšími mestami sú Trnava, Hlohovec a Piešťany. Chladiaca voda sa privádza z rieky Váh, ktorý sa nachádza približne 8 km východne od areálu; rozdiel v nadmorskej výške je vyše 20 m. Na rieke Váh je vybudovaná vodná nádrž Sĺňava s vodnou rozlohou približne 480 ha a maximálnym objemom vody 12,3 mil m³. Technická voda z nádrže Sĺňava sa dodáva pre JE V-2 Bohunice cez čerpaciu stanicu Pečeňady. Odber priemyselnej vody z nádrže Sĺňava je realizovaný štyrmi násoskovými potrubiami do čerpacej stanice Drahovce, odkiaľ voda preteká štyrmi potrubiami gravitačne cez armatúrnú šachtu do sacej jímky čerpacej stanice Pečeňady. Z čerpacej stanice je voda výtlačnými čerpadlami dodávaná cez dva výtlačné rády do objektov chemickej úpravy vody JE V-2 Bohunice.



Obr. 2: Celkový pohľad na lokalitu Bohunice



Obr. 3: Celkový pohľad na lokalitu Mochovce

JE EMO1,2 sa nachádza približne 27 km od krajského mesta Nitra, 7 km od mesta Tlmače, 12 km od mesta Levica a 14 km od mesta Zlaté Moravce. Hlavné mesto SR Bratislava leží od JE EMO1,2 približne 90 km juhozápadným smerom. Referenčná výška elektrárne $\pm 0,000$ m je v nadmorskej výške 242,300 m. Chladiaca voda pre JE Mochovce je dodávaná z rieky Hron. 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. Voda sa čerpá z čerpacej stanice Veľké Kozmálovce približne 5 km dlhým potrubím do zásobníkov vody 2 x 6 000 m³ a gravitačne sa dopravuje dvoma potrubiami do areálu do JE EMO.

Obidve lokality sú pripojené k rozvodnej sieti redundantnými vedeniami. V oboch prípadoch sú dve nezávislé vedenia zo 400 kV distribučnej siete a dve nezávislé vedenia do záložných transformátorov buď zo 110 kV a 220 kV rozvodní. Podobne, v oboch prípadoch existuje možnosť pripojenia elektrární k diverzifikovaným zdrojom napájania z vodných elektrární (odlišná pre každú lokalitu).

0.2.1 Hlavné charakteristiky blokov

Všetky jadrové bloky na Slovensku sú vybavené tlakovodnými reaktormi ruskej koncepcie VVER 440/V213 s relatívne malým tepelným výkonom reaktora medzi 1 375 a 1 471 MW. Systém chladenia reaktora sa nachádza vo veľkom kontajnermente s potlačovaním tlaku. Bloky majú šesť slučiek, z ktorých každá je vybavená izoláčnými ventilmi, a horizontálne parogenerátory s veľkým objemom chladiva na sekundárnej strane parogenerátorov. Aktívna zóna reaktora pozostáva z 349 šesťhranných palivových kaziet; v každej kazete sa nachádza 126 palivových tyčí. 37 HRK má pod neutrónovými absorpčnými časťami palivové časti, takže účinnosť havarijného odstavenia reaktora sa zvyšuje odňatím časti paliva z aktívnej zóny zároveň so zasúvaním radiacích tyčí. Všetky bloky využívajú dve parné turbíny. Elektrina sa vyrába v hlavných synchronných generátoroch na spoločnom hriadeľi s turbínou a budiacim generátorom. Výkon z každého reaktorového bloku je vyvedený do siete cez dve paralelné vedenia, vždy z hlavného generátora cez príslušný blokový transformátor s príslušenstvom. Obe vetvy sú pripojené k výstupnej rozvodni k jednému 400 kV vedeniu.

Bloky VVER 440 boli koncipované ako dvojbloky so zrkadlovým priestorovým usporiadaním. Väčšina systémov a zariadení patrí jednému bloku; časť zariadení a systémov je spoločná pre oba bloky. Medzi spoločné časti systémov a konštrukcií patria budova reaktora (BR), zavážací stroj, skladovanie a preprava vyhoreteho paliva, manipulácia s rádioaktívnym odpadom, príjem, skladovanie čerstvého paliva, komín, prístup do kontrolovaného pásma, systém úpravy demineralizovanej vody, systém technickej vody, systém chladiacej vody, budova dieselgenerátora.

Základné údaje o všetkých blokoch obsiahnutých v tejto správe sú uvedené v nasledovnej tabuľke.

Elektrárň	JE V-2 Bohunice	JE EMO1,2	JE MO3,4
AREÁL	Bohunice	Mochovce	Mochovce
Typ reaktora	VVER 440/V213	VVER 440/V213	VVER 440/V213
Tepelný výkon reaktora, MWt	1471	1471	1375
Celkový elektrický výkon, MWe	505	470	470
Stav elektrárne	V prevádzke	V prevádzke	Vo výstavbe
Dátum prvej kritickosti	1984 - 85	1998 - 99	Vo výstavbe
Posledná aktualizácia bezpečnostnej správy	2009	2010	2008
Posledná aktualizácia PSA úrovne 1/úrovne 2	2010	2010 - 2011	2008, aktualizácia prebieha
Posledná periodická hodnotenie bezpečnosti	2008	2009	-

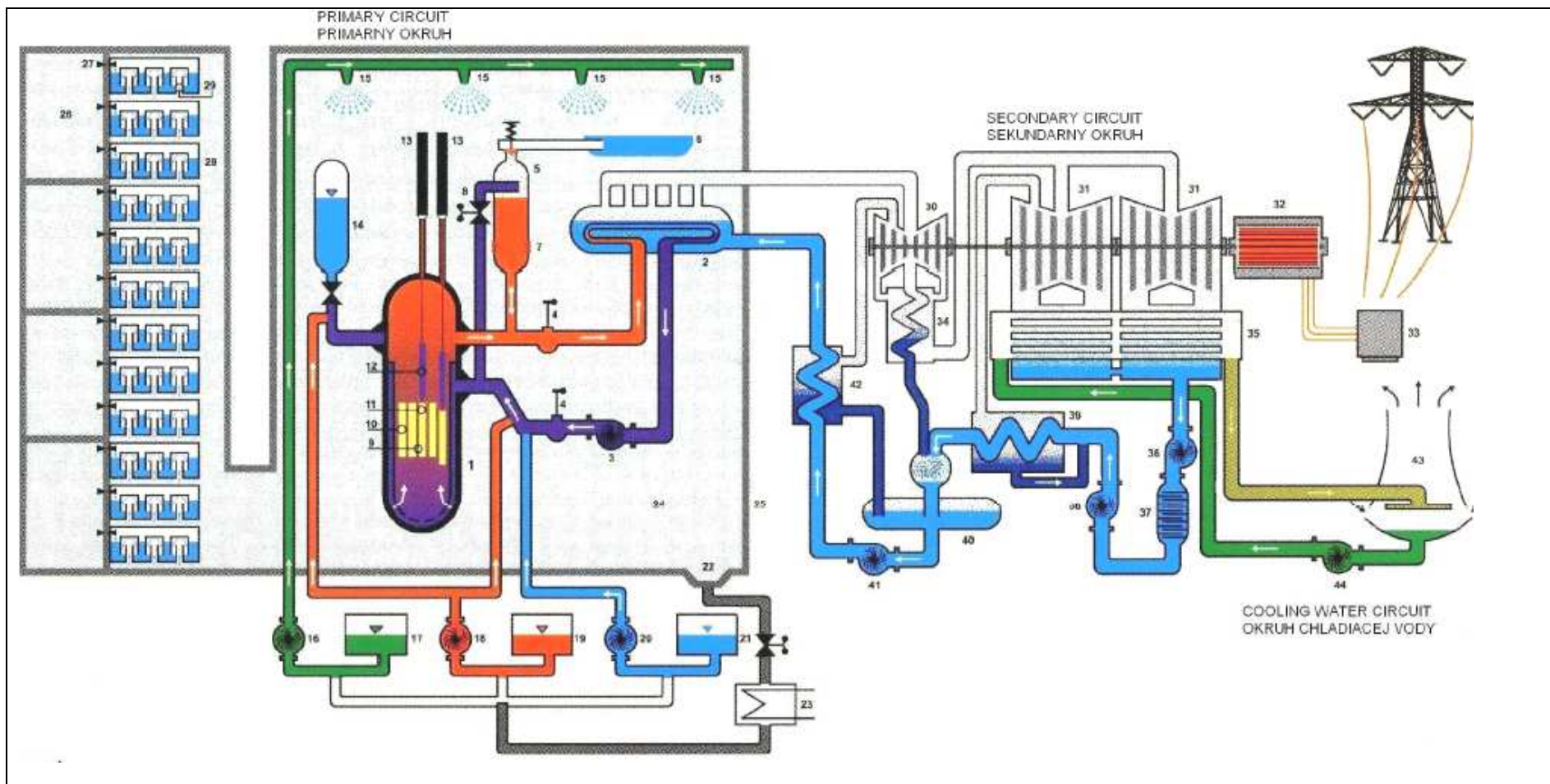
Každý blok je vybavený svojím bazénom vyhoreného paliva, ktorý je umiestnený v blízkosti nádoby reaktora. Vyhoreté palivo je chladené v bazéne vyhoreného paliva približne 4 až 7 rokov na kompaktnej skladovacej mreži v bazéne naplnenom bórovanou vodou. Palivo sa skladuje na kompaktnej skladovacej mreži vo vertikálnej polohe, ktorá umožňuje chladenie cirkuláciou roztoku kyseliny boritej s koncentráciou zodpovedajúcou požiadavkám odvodeným od neutrónovo-fyzikálnych vlastností paliva. Skladovacia mreža pozostáva zo šesťhranných absorpčných trubiek, do ktorých sa vkladajú vyhoreté palivové kazety alebo hermetické puzdrá (pre palivové kazety s poškodenou obálkou). V bazéne sa nachádzajú dve mreže. Dolná (prevádzková) mreža je pevná, horná mreža (rezervná) je vyberateľná a je spoločná pre oba dvojbloky. Prevádzková aj rezervná mreža pozostáva z dvoch vrstiev. Kapacita základnej mreže je 319 kaziet s vyhoreným palivom a 60 hermetických puzdier pre netesné palivo (t. j. približne 1 palivová záťaž). V prípade krátkodobého skladovania palivových kaziet vyvezených z reaktora počas kontrol a opráv vnútorných častí reaktora sa využíva rezervná mreža. Nachádza sa nad základnou mrežou a je schopná pojať 296 palivových kaziet a 54 hermetických puzdier.

Bazén, ktorý je počas výmeny paliva otvorený, je spojený s bazénom výmeny paliva dopravnou trasou (priestor nad otvoreným reaktorom). Mimo obdobia manipulácie s palivom je vrch bazéna vyhoreného paliva zakrytý a izolovaný od bazénu výmeny paliva posuvným hradlom blokujúcim dopravnú trasu. Toto hradlo tvorí súčasť hraníc hermetického kontajneru počas prevádzky.

Stav hodnotenia bezpečnosti

	PSR (Periodické hodnotenie bezpečnosti)	Platnosť licencie pre prevádzku
JE V-2 Bohunice	dokončená	do 2018
JE Mochovce 1,2	dokončená	do 2021

Celková schéma systémov VVER 440/V213 je znázornená na obr. 4.



Obr. 4: Celková schéma VVER 440/V213

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

1 SÚHRN

Na Slovensku sú v súčasnosti v prevádzke štyri jadrové bloky typu VVER 440/213, dva bloky v lokalite Jaslovské Bohunice a dva bloky v lokalite Mochovce. Okrem toho sú v Mochovciach vo výstavbe ďalšie dva bloky VVER440/213 značne vylepšeného projektu. Celkový inštalovaný výkon prevádzkovaných blokov je 1940 MWe. Vlastníkom a prevádzkovateľom (t. j. držiteľom povolenia na prevádzku) všetkých uvedených blokov na Slovensku je spoločnosť Slovenské elektrárne, a. s. (SE, a. s.).

Európska rada na rokovaní 24. – 25. marca 2011 zdôraznila, že je potrebné sa z udalostí vo Fukushime v plnej miere poučiť a poskytovať verejnosti všetky potrebné informácie. Pripomínajúc, že stanovenie energetického mixu je v právomoci členských štátov, vyzvala (medzi inými), aby sa prioritne pracovalo na týchto aspektoch:

- mala by sa preskúmať bezpečnosť všetkých jadrových elektrární EÚ na základe komplexného a transparentného posúdenia rizika a bezpečnosti („záťažové testy“); Ich výsledky a prípadné následné opatrenia, ktoré bude potrebné prijať, by sa mali predložiť Komisii a skupine ENSREG a zverejniť; Európska rada posúdi úvodné zistenia do konca roka 2011 na základe správy Komisie;
- priorita, ktorou je bezpečnosť jadrových elektrární, sa samozrejme nesmie zastaviť na našich hraniciach; EÚ bude požadovať, aby sa uskutočnili podobné „záťažové testy“ existujúcich, ako aj plánovaných elektrární v susedných krajinách a na celom svete, pričom by sa v tejto súvislosti mali v plnej miere využiť príslušné medzinárodné organizácie,
- v EÚ by sa mali vykonávať a neustále zlepšovať a na medzinárodnej úrovni podporovať najprísnejšie normy v oblasti jadrovej bezpečnosti;
- Komisia preskúma existujúci právny a regulačný rámec v oblasti bezpečnosti jadrových zariadení a dko konca roka 2011 navrhne prípadné zlepšenia.

Vzhľadom na skúsenosti z havárie jadrových zariadení vo Fukušime 11. marca 2011 vlastník SE, a. s., vykonal záťažové testy všetkých blokov, ktoré sú v prevádzke alebo vo výstavbe. Rozsah záťažových testov neskôr definoval ÚJD SR svojím listom adresovaným SE, a. s., a podrobnosti testov sa dohodli na viacerých následných stretnutiach medzi prevádzkovateľom a dozorom. Výsledky vykonaných záťažových testov, ako aj prijaté opatrenia, slúžili ako podklad pre prípravu tejto národnej správy.

Štátny dozor nad jadrovou bezpečnosťou jadrových zariadení vykonáva Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky (ÚJD SR). Štátny dozor sa vykonáva v zmysle Atómového zákona (Zákon č. 541/2004) a s ním súvisiaceho súboru vyhlášok, najmä s Vyhláškou č. 430/2011 Z. z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť. Celý súbor tohto legislatívneho rámca bol relatívne nedávno aktualizovaný (v období rokov 2004 - 2006), v súlade s procesom vývoja bezpečnostných požiadaviek MAAE a prijatých referenčných úrovní WENRA. Existujúca legislatíva primerane pokrýva všetky oblasti, ktoré sú dôležité pre európske záťažové testy. Okrem toho pokračuje proces spracovania novej revízie atómového zákona. Na základe vyhodnotenia skúseností získaných počas záťažových testov a ich hĺbkovej previerky sa v prípade potreby bude legislatívny rámec ďalej novelizovať.

Všetky jadrové elektrárne majú bezpečnostné správy, ktoré sú aktualizované v zmysle požiadaviek dozoru a ním schválené. Existujúce štúdie pravdepodobnostného hodnotenia prvej a druhej úrovne (PSA 1. a 2. úrovne) potvrdzujú, že elektrárne vyhovujú medzinárodne uznávaným bezpečnostným cieľom. Ostatná aktualizácia bezpečnostnej správy JE V-2 Bohunice bola urobená v roku 2009, pre EMO1,2 v roku 2010. Pre bloky MO3,4 bola v roku 2008 vydaná predbežná bezpečnostná správa, v súčasnosti pokračuje spracovanie predprevádzkovej bezpečnostnej správy. Podobne boli

aktualizované aj štúdie pravdepodobnostného hodnotenia bezpečnosti (PSA 1. a 2. úrovne), v roku 2010 ostatná aktualizácia pre JE V-2 Bohunice a v roku 2011 pre EMO1,2. Zároveň sa očakáva, že na základe skúseností zo záťažových testov sa budú aktualizovať niektoré špecifické časti bezpečnostnej dokumentácie, ktoré súvisia s hodnotením zriedkavých extrémnych vonkajších rizík.

V zmysle požiadaviek národnej legislatívy podliehajú všetky jadrové elektrárne na Slovensku periodickému hodnoteniu bezpečnosti, ktoré sa vykonáva v pravidelných 10 ročných intervaloch. Ostatné periodické hodnotenie pre JE V-2 Bohunice bolo ukončené v roku 2008, pre EMO1,2 v roku 2009. Na základe výsledkov previerky týchto hodnotení vydal ÚJD SR povolenia na prevádzku na ďalších 10 rokov. Povolenia sú spojené so schválenými programami ďalšieho zvyšovania bezpečnosti, ktoré majú za cieľ dosiahnuť ešte tesnejšiu zhodu so súčasnými bezpečnostnými štandardmi. Schválené programy zahŕňajú aj implementáciu komplexných opatrení na zmierňovanie následkov ťažkých havárií.

Dosiahnutá bezpečnostná úroveň všetkých prevádzkovaných blokov na Slovensku podliehala nezávislým previerkam mnohých medzinárodných misií. Od roku 1991 to bolo spolu 20 misií MAAE (previerka lokality, projektu, misie OSART a IPSART), 6 misií WANO, 2 misie RISKAUDIT a jedna misia WENRA.

V období apríl až október 2011 boli na základe odporúčaní WANO úspešne vykonané neštandardné skúšky a inšpekcie zariadení, ktoré sú dôležité na zvládnutie extrémnych podmienok nad rámec pôvodného projektu. Skúšky zahŕňali overenie dlhodobej prevádzkyschopnosti dieselgenerátorov, možnosti dodávky chladiacej vody z barbotážneho kondenzátora do bazéna skladovania vyhoretého paliva, dodávky napájacej vody do parogenerátorov z mobilného zdroja, dodávky vody z chladiacich veží do systému technickej vody dôležitej, zabezpečenia záložnej dodávky elektrickej energie z vodných elektrární, atď.

Za účelom určenia bezpečnostných rezerv jadrových blokov bol vyvinutý systematický prístup, tzv. metóda konfiguračnej matice (angl. Configuration Matrix Method). Metóda je založená na overení plnenia základných bezpečnostných funkcií počas prevádzky na výkone ako aj pri odstavenom reaktore, pričom sa berie do úvahy palivo vo vnútri reaktora aj prítomné v bazéne skladovania vyhoretého paliva. Metóda identifikuje všetky uskutočniteľné konfigurácie bezpečnostných aj prevádzkových systémov elektrárne, ktoré sú schopné vykonať bezpečnostnú funkciu, pričom zohľadňuje všetky existujúce spojenia v súlade s projektom, ako aj tie, ktoré môže v daných podmienkach a čase, ktorý je k dispozícii zabezpečiť obsluhujúci personál. Metóda overuje existenciu všetkých podmienok, ktoré sú nevyhnutné pre fungovanie jednotlivých systémov (dodávku elektriny, pracovného média, merania, podmienky prostredia, dostupnosť pre operátora, existencia návodov) a hodnotí, kedy tieto systémy nakoniec zlyhajú pod vplyvom zvýšeného zaťaženia vyvolaného externými vplyvmi. Hodnotenie zohľadňuje aj ľudskú spoľahlivosť, existenciu dostatočných logistických a administratívnych podmienok pre zásah operátorov v prípade udalostí vyvolaných extrémnymi externými podmienkami. Všetky podstatné informácie boli zhrnuté v databáze, ktorá obsahuje asi 2500 štruktúr, systémov a komponentov, ktoré zostanú k dispozícii pre následné hodnotenia bezpečnosti. Túto metódu konfiguračnej matice si osvojila aj MAAE ako jednu z metód používaných pri nezávislých previerkach. V ďalšom texte sú zhrnuté hlavné výsledky záťažových testov v jednotlivých oblastiach hodnotenia.

Zemetrasenia

Na území Slovenska a jeho priľahlom okolí nie sú tektonické zlomy, ktoré by mohli spôsobiť extrémne zemetrasenia porovnateľné s katastrofickým zemetrasením v Japonsku. Napriek tomu je otázka seizmicity dôsledne zohľadnená v projekte, prevádzke a bezpečnostnej modernizácii elektrární a je aj súčasťou záťažových testov. V jednotlivých lokalitách bol inštalovaný systém seizmického monitorovania pre skorú identifikáciu seizmickej aktivity, ktorá by mohla potenciálne ovplyvniť JE.

Súhrn

Hodnotenie seizmickej úrovne lokalít bolo vykonané v súlade s odporúčaniami MAAE. Hodnotenie odráža súčasnú dosiahnutú úroveň poznania a akceptovali ho viaceré medzinárodné misie. V porovnaní s pôvodným projektom, v rámci zvyšovania bezpečnosti, bola vysoko zvýšená schopnosť jadrových blokov zachovať základné bezpečnostné funkcie. Pôvodná základná projektová hodnota horizontálneho zrýchlenia na úrovni terénu (PGA) pre JE V-2 Bohunice bola zvýšená z hodnoty 0,025 g cez hodnotu $PGA=0,25$ g (aktualizácia vykonaná v roku 1995) až na súčasne platnú hodnotu $PGA=0,344$ g, čo zodpovedá aktualizácií dokončenej v roku 2008. Podobne bola pre lokalitu Mochovce pôvodná hodnota $PGA=0,06$ g zvýšená (na základe odporúčaní MAAE) do 0,1 g, ktorá sa aj použila pri výstavbe JE. Nedávno bolo s použitím súčasnej dosiahnutej úrovne poznania zvýšené hodnotenie PGA na 0,143 g. Následne ÚJD SR stanovil ako projektovú hodnotu $PGA = 0,15$ pre dostavbu MO3,4 ako aj pre zvyšovanie bezpečnosti EMO1,2. Keďže modernizácia bola založená na konzervatívnom prístupe, ktorý uvažoval predovšetkým elastické správanie sa konštrukcií, existuje aj vzhľadom na zvýšené hodnoty PGA bezpečnostná rezerva. Berúc do úvahy vlastnosti materiálov použitých pre jednotlivé komponenty bezpečnostných systémov, dochádza pri ich zvýšenom zaťažení najprv k plastickej deformácii a až neskôr k prekročeniu pevnostných limitov, ktoré spôsobia poškodenie komponentov. Takéto hodnotenie je však nad rámec požiadaviek dozoru a medzinárodných štandardov, a preto bezpečnostná rezerva nebola zatiaľ kvantifikovaná. Za účelom určenia dodatočnej bezpečnostnej rezervy existujúcej v pôvodnom konzervatívnom projekte JE sú spracovávané podrobnejšie analýzy. Predbežné hodnotenia naznačujú, že existujúca bezpečnostná rezerva významne presahuje projektové hodnoty. Očakáva sa, že budú vykonané ďalšie hodnotenia kvantifikácie týchto bezpečnostných rezerv.

Napriek skutočnosti, že odolnosť elektrární proti zemetraseniu v poslednej dobe významne vzrástla a je považovaná za náležitú a v súlade so súčasnými požiadavkami, sú plánované ďalšie opatrenia na bezpečnostné vylepšenia vrátane konkrétnej kvantifikácie bezpečnostných rezerv kľúčových systémov, konštrukcií a komponentov pre nadprojektové zemetrasenie a vývoj seizmickej PSA.

Záplavy

Dôkladne boli analyzované záplavy z povrchových vodných zdrojov, zlyhanie hrádzí, vplyv podzemných vôd a extrémne meteorologické podmienky ako potenciálny zdroj záplav. Vnútorne záplavy JE následkom roztrhnutia potrubí po zemetrasení boli v hodnotení tiež uvažované. Kvôli umiestneniu lokalít vo vnútrozemí, ich vzdialenosti od zdrojov vody, topografie lokalít a podmienok kompozície projektu môže byť zaplavenie lokalít zo zdrojov povrchovej vody z riek alebo jazier vylúčené, podobne ako aj zaplavenie od podzemných vôd. Analýzy potenciálneho zlyhania priehrad a hrádzí na riekach Váh a Hron ukázali, že vyvolané záplavové vlny môžu dočasne znefunkčňovať čerpacie stanice, ktoré dodávajú surovú vodu do JE. Tieto udalosti sú konzervatívne uvažované v správe zo záťažových testov ako dlhodobá strata koncového odvodu tepla.

Jedinými možnými zdrojmi zaplavenia lokalít JE sú extrémne meteorologické podmienky (silný dážď, sneženie, kombinácia dažďa a topenia snehu). V hodnotení bola použitá ostatne aktualizovaná (2011) štúdia extrémnych meteorologických podmienok pre lokalitu Mochovce. Hodnotenie ukázalo, že zaplavenie lokality následkom extrémnych zrážok je veľmi nepravdepodobné; iba v prípade, keď extrémne zrážky sú konzervatívne kombinované s upchatím drenážneho systému a neuvažujú sa žiadne nápravné činnosti personálu JE, tak výška hladiny vody na lokalite môže podľa výsledkov analýzy pre návratovú periódu 10 000 rokov dosiahnuť 10 cm.

Záplavami sú najzraniteľnejšie elektrické komponenty a systémy v závislosti od ich umiestnenia a výšky v stavebných objektoch. Dôkladné utesnenie budov a dostatočná výška vstupných dverí poskytuje náležitú ochranu proti záplavám. Detailné overenie preukázalo, že pre obe JE v Mochovciach existujú veľké bezpečnostné rezervy (viac ako 2-násobné). V Bohuniciach bolo realizované náležité dočasné riešenie. Zabezpečenie trvalej ochrany je v predprojektovej príprave.

Okrem toho, pre situácie bez stanoveného časového ohraničenia zaplavovania bezpečnostne dôležitých komponentov a systémov bolo ocenené, že časová rezerva do zaplavenia zaisteného napájania je viac ako 72 hodín. Je dôležité uviesť, že zaplavenie v dôsledku zrážok nenastáva náhle a nie je spojené so škodlivými hydrodynamickými vlnami, preto existuje časová rezerva a škodlivé pôsobenie záplavy je oveľa menej významné.

Opatrenia pre ďalšie zlepšenie súčasnej situácie zahŕňujú aktualizáciu postupov pre predchádzanie upchatia vtokov drenážneho systému, spracovanie aktualizovanej meteorologickej štúdie aj pre lokalitu Bohunice, dokončenie prebiehajúcej realizácie preventívnych opatrení proti prieniku vody do budov a poskytnutie dodatočných čerpadiel pre hasičskú jednotku na odstránenie vody zo zatopených priestorov. Okrem toho sa požaduje vykonanie komplexného zhodnotenia extrémnych meteorologických podmienok a aktualizácia príslušných častí bezpečnostnej správy s cieľom zohľadniť nové meteorologické dáta, ostatné realizované opatrenia na zvyšovania bezpečnosti a najpokrokovejšiu metodiku hodnotenia.

Extrémne meteorologické podmienky

Hodnotenie vykonané v rámci záťažových testov zahŕňa meteorologické udalosti a ich kombinácie, také ako sú extrémne teploty a vlhkosť, extrémne sucho, pôsobenie námrazy a snehu, extrémny priamy a rotujúci vietor. Hodnotená bola aj realizovateľnosť zabezpečenia logistických potrieb pre havarijnú pripravenosť.

Vzhľadom na to, že Slovensko leží v miernom meteorologickom regióne Európy, neboli v minulosti extrémne meteorologické podmienky považované za hlavný problém. Preto je v niektorých prípadoch v projekte JE o odolnosti systémov, konštrukcií a komponentov uvedená iba obmedzená informácia. Z tohto dôvodu je hodnotenie vplyvu extrémnych meteorologických podmienok v správach zo záťažových testov väčšinou kvalitatívne (konkrétne pre JE V-2 Bohunice) a je založené na prevádzkových skúsenostiach a inžinierskom posúdení. Napriek tomu vykonané hodnotenie a prevádzkové skúsenosti ukázali, že odolnosť JE voči meteorologickým extrémom je akceptovateľná. Extrémne sucho nepredstavuje vážny bezpečnostný problém, pretože to je pomaly sa vyvíjajúci proces a zásoba vody v lokalite je dostatočná na odvod zostatkového tepelného výkonu počas viac ako 10 dní. Okrem toho, nápravné opatrenia realizované s cieľom zvýšiť seizmickú odolnosť prispeli takisto k zvýšeniu odolnosti JE voči extrémnemu vetru. Keďže vývoj extrémnych meteorologických podmienok (s výnimkou veľmi silného vetra) do ťažkého zaťaženia JE si vyžaduje určitý čas, hodnotenie tiež ukazuje dostatočnú časovú rezervu na prijatie protipatrení v prípade výskytu extrémnych podmienok.

Ako už bolo uvedené, nová meteorologická štúdia bola spracovaná pre lokalitu Mochovce a obdobná štúdia bude skoro dokončená aj pre lokalitu Bohunice. Nové dáta ako aj pokračujúca realizácia opatrení na vylepšenie JE a najpokrokovejšie metódy hodnotenia budú vzaté do úvahy pri aktualizácii príslušných častí bezpečnostnej správy, ktoré sa týkajú extrémnych meteorologických podmienok (t. j. extrémny vietor, teplota a vlhkosť, množstvo snehu, mráz a námraza a ich kombinácie). To by malo zahrnúť podrobné zhodnotenie pôsobenia extrémnych meteorologických podmienok na zraniteľnosť vedení veľmi vysokého napätia v lokalitách Bohunice i Mochovce. Medzi pripravovanými prevádzkovými opatreniami sú zmeny v prevádzkových predpisoch a preventívne opatrenia vrátane zvýšenia frekvencie obchôdzok dieselových generátorových staníc JE počas obdobia nízkych teplôt, sneženia a námraz a preventívne opatrenia pri poklese vonkajších teplôt pod projektové hodnoty, aby bola udržiavaná funkčnosť požadovaného zariadenia.

Strata elektrického napájania a koncového odvodu tepla

Pokiaľ ide o riziko straty napájania treba uvažovať, že na oboch lokalitách je osem rôznych možností elektrického napojenia (s rôznym stupňom zraniteľnosti vplyvom vonkajších rizík) pre zabezpečenie vlastnej spotreby elektrického napájania, päť z nich je navyše nezávislých na vonkajšej sieti. Tieto rôzne možnosti je možné aktivovať buď automaticky alebo pracovníkmi

Súhrn

elektrárne v priebehu niekoľkých desiatok sekúnd až dvoch hodín. Záložné zdroje sú schopné poskytovať napájanie počas neobmedzenej doby. Rovnakú možnosť ponúka pripojenie jadrových elektrární k predvolenej vodnej elektrárni. Vnútorne zdroje v elektrárni nie sú závislé na vonkajšej sieti a sú vybavené dieselgenerátormi (DG) so zálohou 3x100 % a so zásobou paliva na 9 - 10 dní. Rozhodnutie o inštalácii DG určeného na riešenie ťažkých havárií bolo prijaté na základe výsledkov periodického hodnotenia bezpečnosti vykonaného ešte pred nehodou vo Fukušime a realizácia projektu jeho inštalácie v súčasnej dobe prebieha. Okrem toho beží proces obstarávania mobilných DG určených pre dobíjanie batérií v prípade dlhodobej straty napájania vlastnej spotreby (tzv. Station Blackout - SBO). Bolo preukázané, že kapacita batérií postačuje na 8 - 11 hodín a ďalšie rezervy existujú v optimalizácii ich používania a možnosti ich dobíjania z mobilných DG.

Časové rezervy vedúce k nezvratným poškodeniam závisia od prevádzkových režimov a úspešnosti jednotlivých opatrení. V správe zo záťažových testov je analyzované a riešené veľké množstvo kombinácií, niektoré z nich sú uvedené nižšie. Bolo potvrdené, že inherentné bezpečnostné vlastnosti reaktorov VVER 440/V213 významne prispievajú k výraznej bezpečnostnej časovej rezerve v prípade výpadku elektrickej energie a straty možnosti koncového odvodu tepla. Je to napríklad veľká tepelná zotrvačnosť vďaka nízkemu výkonu, relatívne veľké množstvo chladiva v primárnom a sekundárnom okruhu, rovnako ako veľké množstvo vody v barbotážnom systéme, potenciálne dostupnej pre chladenie paliva. Časová rezerva v prípade SBO na plnom výkone je asi 32 hodín, ak je uvažované iba využitie chladiva v primárnom a sekundárnom okruhu. Použitie mobilného záložného zdroja rozšíri časovú rezervu na viac ako 10 dní, bez pomoci zvonku. Pre stratu napájania pri odstavenom reaktore je časová rezerva minimálne 2,7 dňa, a s použitím zásoby demineralizovanej vody havarijných nádrží je rezerva 13 dní. Pri strate odvodu tepla z bazéna vyhoretého paliva, je časová rezerva bez zásahu obsluhy viac ako 30 hodín pri uvažovaní najkonzervatívnejšieho prípadu, ktorým je úplne vyvezenie aktívnej zóny do bazéna vyhoretého paliva, alebo viac ako 150 hodín s uvažovaním reálnych situácií (pri čiastočne vyvezenej aktívnej zóne. Tieto rezervy možno ďalej rozšíriť o cca 4 - 14 hodín pomocou chladiva z barbotážneho kondenzátora. Zásahom personálu pomocou požiarnych vozidiel sa tento problém vyrieši na dobu neurčitú. Integrita kontajnementu bude v prípade úplnej straty odvodu tepla zachovaná (bez zásahu personálu) po dobu najmenej 3 až 5 dní.

V jadrových elektrárnach na Slovensku slúži okolité ovzdušie ako koncový recipient tepla, alternatívnym spôsobom odvodu tepla je odpúšťanie pary do atmosféry. Hoci tento koncový odvod tepla principiálne nemôže byť stratený, môže sa stratiť možnosť odvodu tepla do atmosféry. Takéto situácie boli predmetom hodnotenia v rámci záťažových testov. Ak je elektrárňou chladená cez sekundárny okruh a chladiace veže nie sú k dispozícii, zostávajúce možnosti zahŕňajú priame vypúšťanie pary z parogenerátorov cez prepúšťacie stanice do atmosféry, možnosť primárneho „feed and bleed“ (odpúšťanie a dopĺňanie) alebo odvod tepla systémom technickej vody dôležitej (TVD). Systém technickej vody dôležitej je kvalifikovaný aj pre núdzové podmienky. Pretože zlyhanie tohto systému by mohlo mať vážne dôsledky na odvod tepla z aktívnej zóny, z bazéna vyhoretého paliva a na kontajnement, bol tento prípad v rámci záťažových testov analyzovaný ako najkonzervatívnejší.

Ak výpadok TVD nie je spôsobený stratou napájania vlastnej spotreby, musí byť zvažovaná strata prívodu surovej vody.

Zásoba cirkulačnej chladiacej vody na každom bloku je dostatočná pre odvod tepla na 8 až 16 dní, celková zásoba vody na mieste je asi mesiac.

Kombinácia straty napájania vlastnej spotreby a strata koncového odvodu tepla je v prípade VVER 440/V213 v skutočnosti pokrytá stratou napájania vlastnej spotreby pretože táto vždy vyvolá aj stratu koncového odvodu tepla.

Ako je uvedené vyššie, hodnotenie bezpečnostných rezerv elektrárne pri strate napájania vlastnej spotreby potvrdilo schopnosť ochrany bezpečnostných bariér na značne dlhú dobu, čo poskytuje dostatok času na realizáciu opatrení na obnovení dodávky elektriny. Napriek robustnosti projektu elektrárne budú uvažované nasledovné vylepšenia:

- inštalácia nových 6 kV núdzových DG pre ťažké havárie pre zvýšenie odolnosti a spoľahlivosti II. kategórie zaisteného elektrického napájania
- zabezpečenie 0,4 kV DG pre každý blok na nabíjanie batérií a napájanie vybraných spotrebičov počas SBO, vrátane úpravy bórových čerpadiel, ktorá umožňuje ich použitie v priebehu SBO
- zabezpečenie technického riešenia a prípravy káblov s cieľom uľahčiť prepojenie batérií medzi systémami
- zabezpečenie zníženia spotreby pre núdzové osvetlenie, aby sa predĺžila životnosť batérií (rozdelenie do sekcií s možnosťou vypnutia nadbytočných spotrebičov, využitie energeticky úsporných žiaroviek),
- zabezpečenie systému sledovania kapacity batérií (pre JE V-2 Bohunice)
- zabezpečenie mobilných meracích prístrojov schopných využívať stabilné meracie senzory bez elektrického napájania
- zabezpečenie napájania drenážnych ventilov a uzatváracích ventilov hydroakumulátorov z I. kategórie zaisteného elektrického napájania (pre EMO)
- zabezpečenie možnosti ovládania vybraných ventilov bez zaisteného napájania pomocou malých motorových prenosných 3-fázových generátorov 0,4 kV
- príprava pracovného postupu pre možnosť použitia dieselových generátorov inštalovaných v rozvodni Levice počas SBO (pre EMO)
- zaistenie dlhodobej prevádzkyschopnosti komunikačných prostriedkov pre obsluhu blokovej dozorne a zmenového personálu

Pre zvýšenie odolnosti blokov v prípade straty koncového odberu tepla sú plánované nasledovné úpravy:

- zabezpečenie ďalšieho mobilného vysokotlakového zdroja napájacej vody pre parogenerátory pre každú lokalitu a zaistiť logistiku dodávok pre mobilné zdroje, s možnosťou využitia pre EBO aj EMO (rovnaké nátrubky na pripojenie)
- vytvorenie systému pre privedenie napájacej vody na sanie mobilných pohotovostných čerpadiel z externých zdrojov čistej (pitnej) vody, po vyčerpaní zásob demineralizovanej vody
- úprava pripojenia núdzového mobilného zdroja chladiva do systému havarijného napájania parogenerátorov (do sania a do výtlaku) s dostupnosťou na úrovni terénu (v EMO), s cieľom zabezpečiť dostupnosť zdrojov v prípade interných i externých povodní a požiarov
- montáž pevných potrubí (suchovodov) pre zabezpečenie chladiacej vody v bazéne vyhoreného paliva z mobilných zdrojov (požiarné čerpadlá)
- zváženie úpravy umožňujúce odvod pary z bazéna vyhoreného paliva na reaktorovej sály a do ovzdušia v prípade varu chladiva
- príprava dokumentácie o správaní sa tesnenia hlavného cirkulačného čerpadla pri dlhodobej strate chladenia (viac ako 24hod.)

Riadenie ťažkých havárií

Návrh a implementácia programu riadenia havárií vrátane opatrení na zmiernenie následkov ťažkých havárií je projekt, ktorý prebieha na všetkých prevádzkovaných a budovaných blokoch JE v SR nezávisle od havárie na JE Fukušima. Symptómovo orientované havarijné predpisy pokrývajúce projektové havárie a preventívnu časť ťažkých havárií boli implementované v celom rozsahu na JE V-2 Bohunice a na EMO1,2 v roku 1999 (pre udalosti na výkonovej prevádzke) a v roku 2006 (pre udalosti na odstavenom reaktore a na bazéne skladovania a výmeny paliva). Návod pre riadenie ťažkých havárií (SAMG) špecifické pre každú elektrárňu boli vypracované v období od 2002 do 2004. V rokoch 2004 - 2005 bola vypracovaná súhrnná správa definujúca

Súhrn

technické špecifikácie modifikácií a rozšírenia projektovej základne reaktorov VVER V213 potrebných pre implementáciu SAMG. Následne bol v rokoch 2006 - 2007 navrhnutý projekt implementácie hardwarových zmien na podporu riadenia ťažkých havárií na základe existujúcich SAMG, ktorý bol v súlade so všetkými požiadavkami a odporúčaniami uvedenými v slovenskej legislatíve v rokoch 2006 - 2007. Tento projekt bol začatý v roku 2009 ako spoločný projekt pre JE JE V-2 Bohunice a EMO1,2 (jeho implementácia bola urýchlená po havárii na JE Fukušima s novým kratším predpokladaným termínom dokončenia do konca roku 2015).

Opatrenia, ktoré sa realizujú, zahŕňajú okrem iného:

- špecifické systémy pre riadené odtlakovanie primárneho okruhu,
- systém pre riadenie vodíka s využitím pasívnych autokatalytických rekombinátorov,
- ochranu kontajntentu proti podtlaku,
- možnosť zadržať roztavenú aktívnu zónu v tlakovej nádobe reaktora pomocou zosilnenia šachty reaktora a jej zaplavenia,
- dodatočné nádrže so zásobou roztoku kyseliny boritej so samostatným čerpadlom a nezávislým elektrickým napájaním s cieľom vytvoriť dodatočný zdroj chladiva pre zaplavenie šachty reaktora, pre vymývanie štiepnych produktov z atmosféry kontajntentu a pre možnosť dodatočného chladenia bazénu vyhoretého paliva,
- zmeny vytvárajúce ďalšie možnosti dopĺňania chladiva do šachty reaktora, bazénu vyhoretého paliva,
- zmeny pre možnosť pripojenia externých zdrojov chladiva na vonkajšiu stenu budovy reaktora,
- súvisiace systémy kontroly a riadenia potrebné pre riadenie ťažkých havárií,
- zmeny, ktoré umožnia využiť veľké zásoby chladiva zo žlabov barbotážneho systému.

Realizáciou možnosti spoľahlivého zachytenia roztavenej aktívnej zóny sa predíde komplikovaným situáciám mimo tlakovej nádoby reaktora, ku ktorým by prišlo pri styku roztavenej aktívnej zóny s betónom, pri priamom ohreve kontajntentu, produkcii neskondenzovateľných plynov vedúcich k pretlakovaniu kontajntentu a pod. (všetky tieto javy sú totižto spojené s veľkými neurčitostami).

Veľká časť predpísaných projektových zmien bola už realizovaná (napr. inštalácia pasívnych autokatalytických rekombinátorov, opatrenia na zaplavenie šachty reaktora). Možnosť dlhodobého odvodu tepla z kontajntentu je v súčasnom projekte pre riadenie ťažkých havárií zabezpečený zvýšením spoľahlivosti a možnosti obnovy projektového sprchového systému.

Projekt pre riadenie ťažkých havárií, tak ako sa v súčasnosti realizuje na JE V-2 Bohunice a EMO1,2, je založený na definovanom rozsahu, ktorý počítal s výskytom ťažkej havárie paralelne na jednom z dvoch blokov. Vo svetle skúseností z výsledkov záťažových testov bude následne projekt prehodnotený s cieľom rozšírenia na zvládanie ťažkej havárie paralelne na viacerých blokoch súčasne. Ďalšie vylepšenia SAMG a príprava dodatočnej podpornej dokumentácie pre rozhodovanie obslužného personálu budú prijaté na základe výsledkov validácie celého projektu po jeho ukončení.

Výsledky konkrétnych okamžitých opatrení vykonaných na JE EBO po havárii vo Fukushime

Názov skúšky	Termín realizácie /Plánovaný termín	Výsledky skúšky
Skúška reaktora a výkonu pomocného odvodu PG počas GO.	Blok 3: 30.7. 2011 Blok 4: 26.6. 2011	Dokončená úspešne Dokončená úspešne
Skúška otvorenia prepojenia z miestnosti HCČ do priestoru parogenerátora.	Blok 3: 34. týždeň Blok 4: 30.6. 2011	Dokončená úspešne Dokončená úspešne
Skúška prídavnej vody do BSVP zo žlabov barbotážnej veže.	Blok 3: 4.8. 2011 Blok 4: 27.6. 2011	Dokončená úspešne Dokončená úspešne
Skúška dodávky elektriny z 3.zdroja JE V-2 Bohunice pre vlastnú spotrebu z VE Madunice.	34.-35. týždeň	
Skúška opätovného získania prídavnej vody pre JE V-2 Bohunice.	Celoareálové cvičenie 19.10. 2011	
Dlhodobá typová skúška 72 hod. DG	Blok 4: 24.6. 2011	Dokončená úspešne
Skúška opätovného získania dodávky vody z mobilného zdroja pre PG.	Blok 3: 18.8. 2011	Dokončená úspešne
Skúška výkonu benzínových čerpadiel z cirkulačnej chladiacej vody z bazénov veží do systému TVD.	25.5. 2011	Dokončená úspešne
Skúška dochladzovania bloku systémom odvodu zostatkového tepla.	Blok 3: 31.7. 2011	Dokončená úspešne
Skúška pomocného čerpania vody požiarnymi čerpadlami zo zaplavených oblastí.	Celoareálové cvičenie 19.10. 2011	-
Skúška minimálneho otváracieho tlaku poistného ventilu kompenzátora objemu.	Blok 3: 31.7. 2011	Dokončená úspešne
Kontrola oblastí, kde sú časti pomocných bezpečnostných systémov pod úrovňou terénu, z pohľadu možného zaplavenia pri extrémne dlhodobých dažďoch.	Blok 3: 21.4. 2011 Blok 4: 21.4. 2011	Dokončená úspešne, navrhnuté opatrenia
Kontrola bariér proti prenikaniu vody medzi miestnosťami vo vnútri JE V-2 Bohunice.	Blok 3: 21.4. 2011 Blok 4: 21.4. 2011	Dokončená úspešne, navrhnuté opatrenia
Kontrola kapacity systému dažďovej vody. Kontrola stavu bariér brániacich vniknutiu vody z vonka do priestorov elektrárne pri extrémne dlhodobých dažďoch.	Blok 3: 21.4.2011 Blok 4: 21.4. 2011	Dokončená úspešne, navrhnuté opatrenia

Výsledky konkrétnych okamžitých opatrení vykonaných na JE EMO po havárii vo Fukushime

Názov skúšky	Termín realizácie / Plánovaný termín	Výsledok skúšky
Skúška reaktora a výkonu pomocného odvzdušňovania PG počas GO.	Blok 1: 10.5. 2011 Blok 2: október 2011 počas odstávky	Dokončená úspešne
Skúška otvorenia prepojenia z miestnosti HCČ do priestoru parogenerátora.	Blok 1: 29.4.2011 Blok 2: október 2011 počas odstávky	Dokončená úspešne
Skúška prídavnej vody do BSVP zo žlabov barbotážnej veže	Blok 1: 27.4.2011 blok 2: október 2011 počas odstávky	Dokončená úspešne
Skúška opätovného získania prídavnej vody pre JE EMO1,2	apríl 2011	Dokončená úspešne
Skúška opätovného získania dodávky vody z mobilného zdroja pre PG	Blok 1: 18.8. 2011	Dokončená úspešne
Skúška výkonu benzínových čerpadiel z cirkulačnej chladiacej vody z bazénov veží do systému TVD.	6.5. 2011	Dokončená úspešne
Skúška pomocného čerpania vody požiarnymi čerpadlami zo zaplavených oblastí.	apríl 2011	Dokončená úspešne
Kontrola oblastí, kde sú časti pomocných bezpečnostných systémov pod úrovňou terénu, z pohľadu možného zaplavenia pri extrémne dlhodobých dažďoch.	Blok 1: 21.4. 2011 Blok 2: 21.4. 2011	Dokončená úspešne, navrhnuté opatrenia
Kontrola bariér proti prenikaniu vody medzi miestnosťami vo vnútri JE EMO1,2.	Blok1: 21.4. 2011 Blok 2: 21.4. 2011	Dokončená úspešne, navrhnuté opatrenia
Kontrola kapacity systému dažďovej vody. Kontrola stavu bariér brániacich vniknutiu vody z vonka do priestorov elektrárne pri extrémne dlhodobých dažďoch.	Blok 1: 21.4. 2011 Blok 2: 21.4. 2011	Dokončená úspešne, navrhnuté opatrenia

Súhrnná tabuľka
dlhodobých opatrení (okrem krátkodobých opatrení)

Činnosť	Činnosti prevádzkovateľa*			Činnosti dozoru*		
	(položka 2.a)	(pol. 2.b)	(pol. 2.c)	(pol. 3.a)	(pol. 3.b)	(pol. 3.c)
	Činnosť - vykonaná? - prebiehajúca? - Plánovaná?	Harmonogram alebo míľniky pre plánované činnosti	Výsledky K dispozícii - áno? - nie?	Činnosť - vykonaná? - prebiehajúca? - Plánovaná?	Harmonogram alebo míľniky pre plánované činnosti	Záver K dispozícii - áno? - nie?
Téma 1 – Externé udalosti						
<ul style="list-style-type: none"> • Plánujú sa dodatočné bezpečnostné modernizačné opatrenia, a to najmä <ul style="list-style-type: none"> – Kvantifikácia rezerv kľúčových SKK pre zemetrasenia presahujúce nadprojektové zemetrasenie; – Vypracovanie seizmickej PSA; – Aktualizovanie postupov pre zabránenie zablokovania vstupov do kanalizácie; – Dokončenie prebiehajúcej realizácie preventívnych opatrení proti vstupu vody do budov a zabezpečenie 	<p>Plánovaná</p> <p>Plánovaná</p> <p>Plánovaná</p> <p>Plánovaná</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Dostupné právne predpisy zabezpečujú dostatočné právomoci a pružnosť pre dozorný orgán, aby riešil situácie ako tá, čo nastala po havárii vo Fukushime. Konkrétne atómový zákon, okrem iných. • Po Fukushime sa konalo niekoľko stretnutí medzi prevádzkovateľom a regulačným orgánom s cieľom zabezpečiť spoločné chápanie problematiky. • Dodatočné opatrenia zo strany dozoru budú 		

Súhrn

<p>dodatočných požiarnych čerpadiel na odstraňovanie vody zo zaplavených oblastí;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pre Mochovce bola vypracovaná nová meteorologická štúdia a v priebehu vypracovania tejto správy bola vypracovaná meteorologická štúdia aj pre Bohunice; – Aktualizácia zodpovedajúcich častí SAR tiež ohľadne extrémnych poveternostných podmienok (t.j. extrémny vietor, teploty a vlhkosť, množstvo snehu, mráz a námraza a kombinácie týchto); – Prevádzkové opatrenia ako napr. zmeny v prevádzkových postupoch elektrárne a preventívnych opatreniach (vrátane zvýšenej frekvencie pochôdzok k diesel generátorovým staniciam počas obdobia nízkych teplôt, sneženia a námrazy a preventívne opatrenia pri vonkajších teplotách pod projektové hodnoty, aby sa 	<p>Dokončená pre EMO Prebieha pre EBO</p> <p>Plánovaná</p> <p>Prebieha</p>	<p>Vykonanie takýchto prác sa predbežne očakáva asi za 3 roky.</p>		<p>prijaté po hodnotení "záťažových testov" a vstupov z účasti verejnosti nezávislými expertmi, ak sú relevantné.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dozor bude požadovať ďalšie systematické a komplexné hodnotenie odolnosti elektrárne voči výpadku napájania (SBO) a strate konečného odvodu tepla, atď. 		
---	--	--	--	---	--	--

zachovala funkčnosť požadovaného zariadenia).						
Téma 2 – Projektové otázky						
Zosilnené napájanie:						
– Zvýšiť odolnosť a spoľahlivosť AC núdzového napájania pre nadprojektové havárie nainštalovaním nového 6 kV núdzového DG pre ťažké havárie;	Plánovaná					
– Zabezpečiť 0,4 kV DG pre každý blok pre nabíjanie batérií a napájanie vybraných spotrebičov bloku počas SBO vrátane úprav čerpadiel bórovej vody chladiaceho systému umožňujúce ich použitie počas SBO;	Plánovaná					
– Poskytnúť technické riešenie a predprípravu káblov s cieľom uľahčiť mechanické prepojenie batérií medzi systémami;	Plánovaná					
– Zabezpečiť zníženie spotreby núdzového osvetlenia s cieľom predĺžiť životnosť batérií (rozdelenie do sekcií s možnosťou vypnutia nepotrebných spotrebičov, používanie energeticky úsporných žiaroviek);	Plánovaná					
				<ul style="list-style-type: none"> Po Fukushime sa konalo niekoľko stretnutí medzi prevádzkovateľom a dozorným úradom, aby sa zabezpečilo spoločné chápanie problematiky. Dodatočné opatrenia zo strany dozoru budú prijaté po hodnotení "záťažových testov" a vstupov z účasti verejnosti nezávislými expertmi, ak sú relevantné. 		

Súhrn

– Zabezpečiť monitorovací systém kapacity batérií (pre JE V-2 Bohunice);	Plánovaná					
– Zabezpečiť mobilné meracie prístroje schopné využívať stabilné meracie senzory bez napájania;	Plánovaná					
– Zabezpečiť nevyhnutné napájanie pre odvodňovacie ventily pre kontajment a uzatváracie ventily hydroakumulátora (pre EMO);	Plánovaná					
– Zvážiť možnosť ovládať vybrané ventily bez nevyhnutného napájania prostredníctvom malého prenosného motora 3-fázového generátora 0,4 kV;	Plánovaná					
– Vypracovať prevádzkový postup pre možné využitie diesel generátorov nainštalovaných v rozvodni Levice pre prípad SBO (pre EMO);	Plánovaná					
– Zabezpečiť dlhodobú prevádzkyschopnosť komunikačných prostriedkov pre operátorov MCR a smenových servisných pracovníkov.	Plánovaná					

<p>Pre zvýšenie odolnosti elektrárne v prípade straty konečného odvodu tepla sa plánujú nasledovné úpravy:</p>						
<ul style="list-style-type: none"> – Zabezpečiť ďalší mobilný vysokotlaký zdroj napájacej vody pre PG pre každú lokalitu a zaistiť logistiku dodávok pre mobilný zdroj, s možných využitým pre EBO aj EMO (rovnaké nátrubky); 	<p>Plánovaná</p>					
<ul style="list-style-type: none"> – Zaviesť logistický systém pre poskytovanie núdzovej napájacej vody do sania mobilných núdzových čerpadiel z externých zdrojov čistej (pitnej vody) po vyčerpaní zásob demineralizovanej vody; 	<p>Plánovaná</p>					
<ul style="list-style-type: none"> – Modifikovať sacie a výtlačné nátrubky SHN na pripojenie mobilného zdroja napájacej vody tak, aby bola zabezpečená ich prístupnosť z prízemí za účelom zabezpečenia dostupnosti vody SHN v prípade internej a externej záplavy a požiaru; 	<p>Plánovaná</p>					
<ul style="list-style-type: none"> – Inštalovať dve fyzicky oddelené pevné trasy pre doplňovanie chladiva do BSVP z mobilného zdroja (požiarnych áut) a špeciálne na to určeného zdroja pre ťažké 	<p>Plánovaná</p>					

Súhrn

<p>havárie;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zväziť úpravy zabezpečujúce odvodu pary z BSVP do reaktorovej sály a ovzdušia v prípade varu chladiaceho média; – Zdokumentovať správanie tesnení čerpadiel chladiča reaktora pri dlhodobom výpadku chladenia (viac ako 24 hod.) v režime straty konečného odvodu tepla; – Zvýšiť sebestačnosť lokality z 24 hod. na 72 hod. po realizácii úprav riadenia ťažkých havárií 	<p>Plánovaná</p> <p>Plánovaná</p> <p>Plánovaná</p>					
Téma 3 – Riadenie ťažkých havárií						
<ul style="list-style-type: none"> • Návody na riadenie ťažkých havárií pre konkrétnu elektrárňu (SAMG) už boli vypracované pre JE V-2 Bohunice a EMO1,2 v období 2002 - 2004. – Úpravy už boli realizované (napr. inštalácia autokatalytických rekombinátorov, opatrenia na zaplavenie šachty reaktora), atď. – Budú prijaté ďalšie vylepšenia SAMG a vypracovanie dodatočných podkladov pre 	<p>Plánovaná</p>	<p>Ukončené</p> <p>2013 pre EBO resp. 2015 pre EMO</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Po Fukushime sa konalo niekoľko stretnutí medzi prevádzkovateľom a regulačným úradom, aby sa zabezpečilo spoločné chápanie problematiky. • Dodatočné opatrenia zo strany regulátora budú prijaté po hodnotení "záťažových testov" a vstupov z účasti verejnosti nezávislými expertmi, ak sú relevantné. 		

rozhodovanie o SAMG a pre tímy hlavnej dozorne na základe výsledkov validácie po ukončení projektu.						
Téma 4 – Národné organizácie						
				<ul style="list-style-type: none"> Regulačný orgán postupne aktualizuje relevantné právne predpisy v súlade s pokrokom v rámci WENRA a bezpečnostnými požiadavkami MAAE. 		
Téma 5 – Havarijná pripravenosť						
Koncom decembra 2011 bola úspešne ukončená výstavba modernizovaného systému varovania a vyznamenania obyvateľstva Atómových elektrární Bohunice V2 (IPR EBO 846).		Ukončené v r. 2011		<p>UV SR č. 320/2011 Ministrovi vnútra SR ako predsedovi Ústredného krízového štábu v spolupráci s ostatnými ministerstvami a ostatnými ústrednými orgánmi štátnej správy SR pripraviť a realizovať cvičenie simulovanej havárie jadrového zariadenia v SR na národnej úrovni.</p> <p>Uznesenie vlády č. 819/2011 o podpore obrany štátu na roky 2012 – 2017 (ktorý zahŕňa opatrenia o bezpečnosti štátu v čase vojny, vojnového stavu, výnimočného stavu a núdzového stavu).</p>	Plánované do 31. 12. 2012	2012 - 2017

Téma 6 – Medzinárodná spolupráca						
				Rozšírenie výmeny dát z monitorovacích staníc s Maďarskou republikou v nadväznosti na prevádzku JE Mochovce	Rozpracované (odhad 2012)	

Prístup národného dozorného orgánu

Existujúca legislatíva vytvára dostatočné možnosti a kompetencie pre národný dozorný orgán, aby dokázal zvládnuť situáciu, ktorá nastala po havárii v JE Fukušima. Konkrétne atómový zákon okrem iného požaduje, aby sa po získaní novej vedomosti o rizikách súvisiacich s jadrovou bezpečnosťou prehodnotila bezpečnosť projektu jadrových zariadení a boli prijaté adekvátne opatrenia. Povinnosť vykonať takéto hodnotenie je na držiteľovi povolenia na prevádzku daného jadrového zariadenia.

Ako už bolo uvedené, národný dozorný orgán priebežne upravuje súvisiacu slovenskú legislatívu v súlade s dosiahnutou harmonizáciou skupiny WENRA a v súlade s požiadavkami Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu. Existujúce elektrárne sa modernizujú smerom k užšiemu súladu s požiadavkami na nové elektrárne v rámci procesu periodického hodnotenia bezpečnosti.

Po havárii na JE Fukušima sa uskutočnilo niekoľko stretnutí medzi prevádzkovateľom JE v SR a ÚJD SR s cieľom zjednotenia vnímania danej problematiky v kontexte JE prevádzkovaných na Slovensku. ÚJD SR podporuje záväzok prevádzkovateľa vykonať komplexné hodnotenie odolnosti elektrární a ich rezerv voči vonkajším prírodným rizikám ako aj záväzok vykonať dodatočné opatrenia na ďalšie zvýšenie úrovne bezpečnosti elektrární.

ÚJD SR je presvedčený, že proces by nemal byť ukončený vykonaním niekoľkých samostatných zmien, ale požaduje, aby nové skutočnosti a požiadavky na zlepšenie boli komplexne vyhodnotené a odzrkadlili sa v bezpečnostnej správe. Táto požiadavka platí osobitne na potrebu rozšírenia platných bezpečnostných správ v oblasti charakteristiky lokality vo vzťahu k vonkajším a vnútorným rizikám ako aj vo vzťahu k odolnosti blokov voči takým rizikám. Je požadované, aby bolo vykonané ďalšie komplexné prehodnotenie extrémnych meteorologických javov a následne aktualizované údaje v bezpečnostnej správe s cieľom zahrnúť nové meteorologické údaje, prebiehajúce vylepšenia blokov a najmodernejšiu dostupnú metodiku.

Národný dozorný orgán bude požadovať, vzhľadom na obmedzené časové možnosti pre vykonanie záťažových testov, ďalšie systematické a komplexné posúdenie odolnosti elektrární voči strate elektrického napájania a strate koncového odvodu tepla so zohľadnením opatrení zvyšujúcich úroveň bezpečnosti blokov. Adekvátnosť existujúcich analýz pre vývoj ťažkých havárií bude taktiež prehodnotená. Všetky hodnotenia a previerky budú nasledované prehodnotením dostatočnosti a vhodnosti existujúcich technických, procedurálnych a organizačných prostriedkov na zvládanie takých situácií a podľa potreby budú prijímané nápravné opatrenia. Obzvlášť bude analyzovaná možnosť výskytu viacerých ťažkých havárií paralelne na viacerých blokoch v súčasnosti na danej lokalite (až po výskyt súčasne na všetkých) za podmienok vážne poškodenej infraštruktúry v okolí elektrárne. Výsledky a poučenia z vykonaných záťažových testov by bolo vhodné zosúladiť s prevádzkovateľmi reaktorov podobnej konštrukcie. Ukončenie týchto krokov je predbežne očakávané v horizonte 3 rokov. Výsledný rozsah a harmonogram by v každom prípade mali byť harmonizované v rámci EÚ a mali by využiť výsledky previerok záťažových testov medzi jednotlivými krajinami.

Národná organizácia havarijnej pripravenosti

Najvyšším orgánom krízového riadenia v SR je v súlade so zákonom č. 387/2002 Z. z. Ústredný krízový štáb (ďalej ÚKŠ), ktorý svojou vecnou pôsobnosťou slúži ako výkonný orgán vlády SR. V ÚKŠ sú zastúpené všetky rezortné ministerstvá a ostatné ústredné orgány štátnej správy. ÚKŠ koordinuje činnosť štátnej správy, samosprávy a ďalších zložiek pri riešení krízovej situácie, t. j. vo väzbe na ÚJD SR aj pri riešení nehody alebo havárie jadrového zariadenia alebo pri preprave. Samotný systém krízového riadenia, ktorého súčasťou je ÚKŠ, tvoria okrem vlády SR, ministerstiev a ostatných ústredných orgánov štátnej správy, miestne orgány štátnej správy a samosprávy.

Súhrn

Centrum havarijnej odozvy ÚJD SR (ďalej len „CHO“) je technický podporný prostriedok ÚJD SR na monitorovanie prevádzky JZ a na vyhodnocovanie technického stavu a radiačnej situácie v prípade jadrovej alebo radiačnej havárie a prognózovanie vývoja havárie a jej následkov v zmysle zákona č. 541/2004 Z. z. Zároveň slúži ako technický podporný prostriedok pre ÚKŠ.

Slovenské ústredie radiačnej monitorovacej siete (ďalej len „SÚRMS“) je technický podporný orgán, ktorý zabezpečuje efektívny systém monitorovania združujúci monitorovacie systémy jednotlivých rezortov. Je zriadený na ÚVZ SR podľa zákona č. 355/2007 Z. z.

Vnútorne havarijné plány prevádzkovateľa a súvisiace dokumenty sú vypracované tak, aby bola zabezpečená ochrana a príprava zamestnancov pre prípad, keď nastane významný únik rádioaktívnych látok do pracovného prostredia alebo okolia, a je potrebné urobiť opatrenia na ochranu zdravia osôb na úrovni jadrového zariadenia alebo obyvateľstva v jeho okolí.

V súlade s legislatívnymi predpismi vyrozumieva držiteľ povolenia na prevádzku JZ orgány štátnej správy už pri prvom stupni – pohotovosť. Následne informuje orgány štátnej správy o vývoji udalosti. Pri druhom stupni spúšťa systém varovania na území jadrového zariadenia a pri treťom stupni spúšťa systém varovania a vyrozumieňa v ohrozených sektoroch v oblasti ohrozenia.

Orgány štátnej správy v oblasti ohrozenia majú spracované plány ochrany obyvateľstva.

Medzinárodná spolupráca

Slovenská republika je signatárom medzinárodných dohovorov v oblasti včasného informovania v prípade jadrovej havárie a v oblasti vzájomnej pomoci v prípade jadrovej havárie, čím je zabezpečená medzinárodná spolupráca pri minimalizovaní prípadných následkov jadrovej havárie.

V nadväznosti na čl. 9 dohovoru o včasnom oznamovaní jadrovej havárie Slovenská republika sukcedovala, prípadne uzatvorila, dvojstranné dohody v oblasti včasného oznamovania jadrovej havárie, výmeny informácií a spolupráci so všetkými susednými krajinami. Dohody stanovujú formu, spôsob a rozsah informácií poskytovaných zmluvným stranám v prípade havárie, ktorá súvisí s jadrovými zariadeniami alebo jadrovými činnosťami a stanovujú koordinátorov styčných miest. Zmyslom uvedených dohôd je prispieť k minimalizácii rizika a dôsledkov jadrových havárií, ako aj vytvoriť rámec pre dvojstrannú spoluprácu a výmenu informácií v oblastiach obojstranného záujmu v súvislosti s mierovým využívaním jadrovej energie a ochranou pred žiarením.

Spolupráca SR a MAAE v oblasti jadrovej bezpečnosti je mimoriadne úspešná. V rámci tejto spolupráce sa uskutočňujú pravidelné expertné misie pozývané na hodnotenie jadrovej bezpečnosti, na hodnotenie materiálovej degradácie komponentov primárneho okruhu a pod. Počas posledného desaťročia bolo pozvaných niekoľko desiatok expertných misií.

2 VONKAJŠIE UDALOSTI

2.1 Seizmické

2.1.1 Základná projektová hodnota

2.1.1.1 Zemetrasenie uvažované v projekte elektrárne

2.1.1.1.1 Charakteristiky projektového zemetrasenia (DBE)

Pre zadefinovanie podkladov pre vypracovanie úvodného projektu pre JE V-2 Bohunice bola použitá správa "Geologická história, tektonický vývoj a seizmicita Jaslovských Bohuníc" vypracovaná v roku 1970 GFÚ – SAV Bratislava. Správa určila maximálne vierohodné zemetrasenie pre lokalitu Bohunice s intenzitou 6 – 6,5° MCS (Mercalli – Cancani – Siebert) alebo $M=4,2$ Richterovej stupnice na základe údajov vzťahujúcich sa na zemetrasenie z roku 1906. Podľa správy bolo maximálne horizontálne zrýchlenie definované ako $PGA = 0,025$ g. Podľa normy ČSN 730036 pre stavby v seizmických oblastiach a miestach s intenzitou 6° MCS, resp. pre zrýchlenie do 0,03g nie je potrebné prihliadať na účinky zemetrasení v pôvodnom projekte elektrárne. **Následnými krokmi bola pôvodná hodnota zvýšená až na súčasných 0,344 g.**

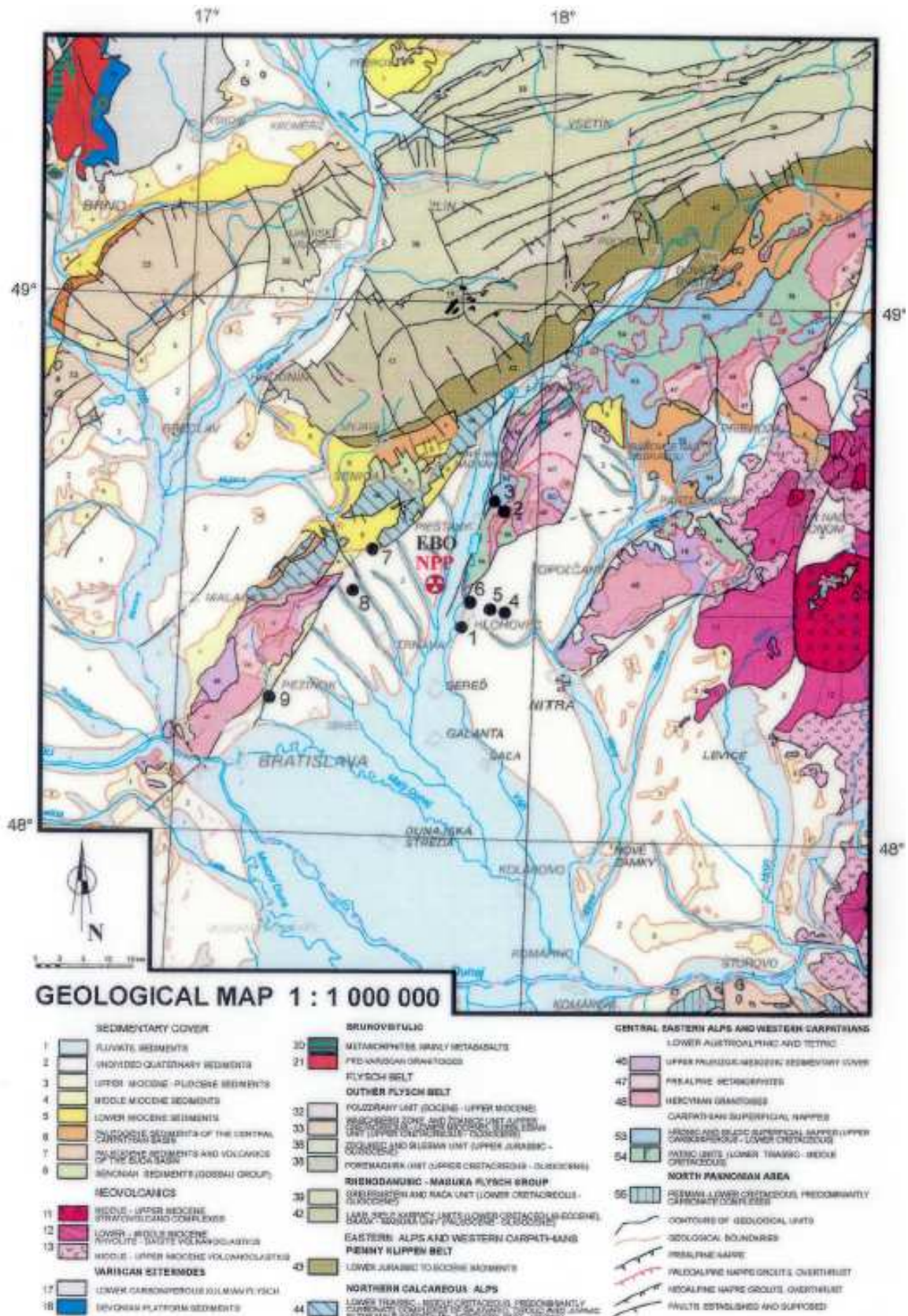
Podobne, pre lokalitu Mochovce bola špecifikovaná pôvodná úroveň seizmicity 6° MSK 64 s horizontálnym zrýchlením na voľnom poli $PGA = 0,06$ g s dobou návratnosti raz za 10 000 rokov. Akcelerogram bol odvodený zo zemetrasenia v Vrancei v Rumunsku v roku 1977. **Následnými krokmi bola pôvodná hodnota zvýšená až na súčasných 0,143 g.**

2.1.1.1.2 Metodika použitá na vyhodnotenie projektového zemetrasenia

Východiskové seizmologické podklady pre lokalitu EBO boli vypracované v rokoch 1969 – 1970 v súlade s normou ČSN 730036 – Seizmické zaťaženie stavieb. Seizmicita lokality bola stanovená na 7° stupnice MCS (Mercalli – Cancani – Siebert) s použitím mapy seizmických oblastí na území ČSSR (pozri obr. 5). V súlade s citovanou normou (článok 31) bola vypracovaná špeciálna štúdia „Geologická história, tektonický vývoj a seizmicita Jaslovských Bohuníc“ (06/1970), ktorá spresnila seizmicitu lokality EBO. Dokument popísal seizmicitu lokality Jaslovské Bohunice s významnými zemetrasnými oblasťami, seizmicky aktívnymi geologickými zlomami, predpoveďou seizmickej aktivity s definíciou maximálneho vierohodného zemetrasenia a v závere posudkom seizmicity so stanovením hodnoty maximálneho pravdepodobného zemetrasenia ako je uvedené vyššie. Podľa štúdie môže byť pravdepodobne najsilnejším zemetrasením v Jaslovských Bohuniciach zemetrasenie so stupňom 6 – 6,5° MCS, zodpovedajúci v Richterovej stupnici hodnote 4,2. Terén tejto oblasti je rovinný s maximálnym sklonom 1°, čo zodpovedá priaznivým podmienkam vylučujúcim sekundárne javy zemetrasenia, najmä nebezpečenstvo gravitačných odvalov. Bolo určené, že v časovom období 200 rokov je najpravdepodobnejšie, že zemetrasenie v mieste zástavby v Jaslovských Bohuniciach dosiahne hodnotu $M = 4,2$ v Richterovej stupnici (t. j. 6,5° MCS). V časovom období 100 rokov je predpokladané najpravdepodobnejšie zemetrasenie v pásme $M = 3,5$ a pre časový úsek 50 rokov $M = 3,0$. Následne bolo určené, že zemetrasenie v tejto oblasti je zriedkavým fenoménom a podľa analýzy neexistovali žiadne seizmické otázky zabraňujúce využitiu tejto oblasti ako staveniska pre jadrovú elektrárňu. Podľa vtedy platných noriem nebolo potrebné vypracovať špeciálne seizmické analýzy.

Pre lokalitu Mochovce bola pôvodne využitá správa o seizmickom riziku lokality EMO z roku 1978, ktorá potvrdila zjednodušené pravdepodobnostné hodnotenie, že zemetrasenie s intenzitou 6° MSK 64 nebude prekročené s dobou návratu raz za 10 000 rokov; zrýchlenie na voľnom poli $PGA = 0,06$ g. Hodnota bola zvýšená na 0,1 g, ktorá je odporúčaná ako minimálna hodnota (aj

v súčasnosti) v bezpečnostných normách MAAE. Táto hodnota bola použitá na dokončenie blokov EMO1,2.



Obr. 5: Geologická mapa oblastí okolo JE na Slovensku

S prihliadnutím na odporúčania MAAE z rokov 1998 a 2003 sa ÚJD SR rozhodol zvýšiť hodnotu projektového zemetrasenia pre lokalitu Mochovce s určitou rezervou na $PGA = 0,15$ g. Táto hodnota sa použila na modernizáciu (upgrade) EMO1,2. Pre MO3,4 definoval ÚJD SR hodnotu $PGA = 0,15$ g ako hodnotu projektového zemetrasenia pre výstavbu elektrárne na základe pravdepodobnostného hodnotenia seizmicity.

ZÁVER O ADEKVÁTNOSTI PROJEKTOVÉHO ZÁKLADU PRE ZEMETRASENIE

Od roku 1980 do roku 2011 bolo pre obe lokality JE na Slovensku vypracovaných mnoho štúdií spojených s otázkami seizmicity, ktoré zabezpečujú, že súčasné hodnotenie lokalít sa vykonáva v súlade so súčasnými vedomosťami v tejto oblasti.

JE V-2 Bohunice

Pôvodný projektový základ pre zemetrasenie bol predmetom skúmania už od nábehu elektrárne v roku 1986 a následne bol prehodnotený v niekoľkých krokoch v súlade s vývojom metodológií, údajov a požiadaviek na bezpečnosť. Prvým krokom bolo hodnotenie seizmického rizika iniciované československou vládou komisiou v roku 1989. Výsledkom práce bolo stanovenie základných charakteristík pre maximálne výpočtové zemetrasenie dobou návratu raz za 10 000 rokov a intenzitou 8° MSK-64 na hodnotu $PGA=0,25$ g v horizontálnom smere a $PGA=0,13$ g vo vertikálnom smere. Platnosť údajov bola podmienená trvalým monitorovaním seizmických javov sieťou staníc v regióne Malých Karpát.

V roku 1997 bol vypracovaný Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia lokality EBO. Záverečná správa obsahovala niekoľko komponentov v súlade s odporúčaniami MAAE:

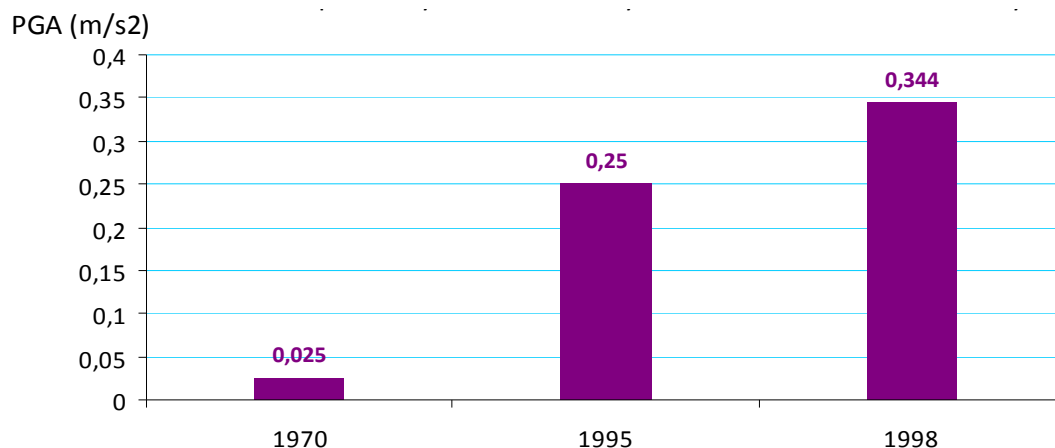
- vytvorenie seizmologickej databázy a geologickej databázy v širšom regióne, blízkom regióne, blízkom okolí a pre samotnú lokalitu,
- vypracovanie seizmicko-tektonického modelu,
- určenie útlmu pre zvolené charakteristiky pohybu pôdy,
- realizáciu samotného pravdepodobnostného výpočtu.

Výsledkom analýzy bolo určenie spektier odozvy na voľnom poli RLE (Review Level Earthquake) pre celý areál EBO s týmito hlavnými charakteristikami:

- pravdepodobnosť výskytu 1x za 10 000 rokov,
- intenzita 8° stupnice MSK 64,
- maximálne horizontálne zrýchlenie $PGA_{RLE-H} = 0,344g$,
- maximálne vertikálne zrýchlenie $PGA_{RLE-V} = 0,214g$,
- doba pôsobenia rozhodujúcich pohybov 10s.

Tieto nové údaje boli použité pre nedávne zvyšovanie seizmickej úrovne existujúcich systémov, konštrukcií a komponentov (SKK) a pre inštaláciu nových SKK.

Na obr. 6 je znázornený časový vývoj rizika špecifického pre lokalitu EBO. Od doby pôvodného projektu sa robustnosť elektrárne z pohľadu maximálneho horizontálneho zrýchlenia zvýšila približne 14x.



Obr. 6: Postupné zvyšovanie seizmického rizika lokality EBO

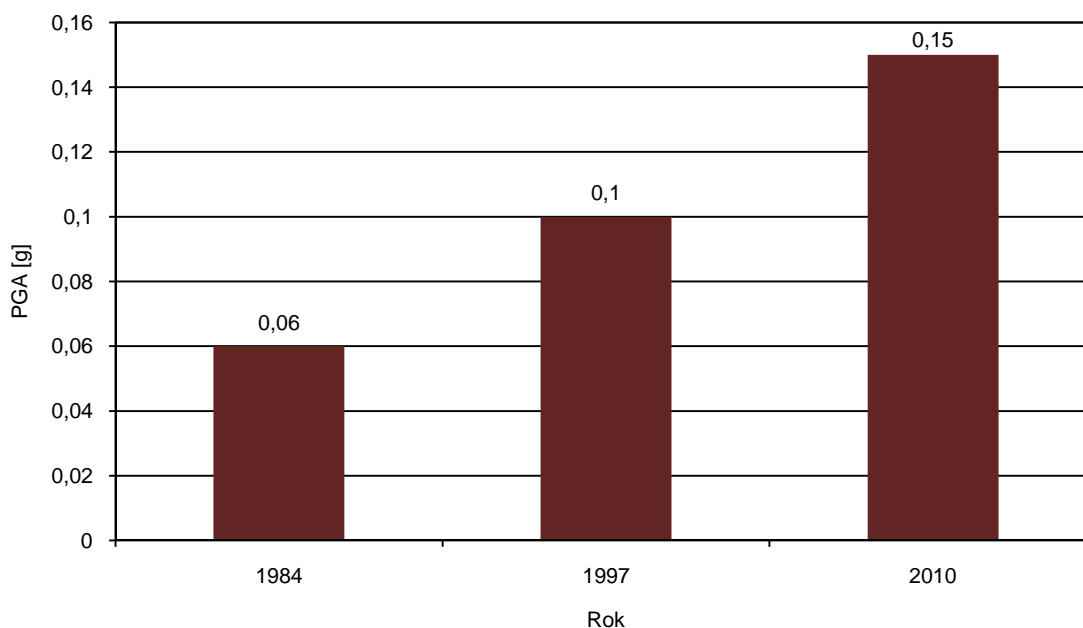
EMO

Na základe rozhodnutia o dostavbe EMO1,2 bolo vykonané nové hodnotenie seizmického rizika s využitím deterministického prístupu s prihliadnutím na odporúčania misie MAAE z roku 1993. Na základe tohto hodnotenia boli potvrdené pôvodné projektové hodnoty (t. j. 6,5 – 7 MSK-64, zrýchlenie na voľnom poli $PGA = 0,06$ g). Bolo však akceptované odporúčanie bezpečnostnej smernice MAAE č. 50-SG-S1 o minimálnej seizmickej odolnosti s horizontálnym $PGA = 0,1$ g a spektrom odozvy pre skladné podložie z NUREG-0098. Tieto vstupné údaje boli prevzaté do Technického návodu pre program seizmického prehodnotenia blokov 1 - 4 JE Mochovce, ktorý vypracovala MAAE v roku 1995. V roku 1996 bol na základe technického návodu MAAE vypracovaný dokument „Požiadavky na prehodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií a zariadení EMO blok 1 a 2“. Tento dokument sa, po odsúhlasení jeho obsahu ÚJD SR stal základným dokumentom pre dostavbu EMO1,2 pre oblasť seizmicity.

Po sprevádzkovaní EMO1,2 bola na základe pozvania ÚJD SR vykonaná v roku 1998 misia MAAE, ktorej úlohou bolo preveriť seizmické vstupné údaje pre lokalitu EMO. Na základe odporúčaní tejto misie bol v rokoch 1999 – 2003 vykonaný podrobný geologický prieskum zameraný na určenie možných geologických zlomov v regióne EMO. Dokument „Pravdepodobnostná analýza seizmického ohrozenia lokality JE Mochovce“ bol vypracovaný v súlade s bezpečnostnou smernicou MAAE NS-G-3.3. Dokument definoval novú hodnotu seizmickej úrovne lokality, $PGA = 0,143$ g podľa USNRC RG 1.165 (1997), s následnou deagregáciou týchto hodnôt na frekvenciu 10 Hz. Postup hodnotenia a metodika výpočtu boli preverené a schválené misiou MAAE (SIDAM) v roku 2003. Výsledkom pravdepodobnostného hodnotenia bolo stanovenie seizmického ohrozenia pre lokalitu EMO pre návratové periódy 475 rokov (SL1) a 10 000 rokov (SL2).

Misia MAAE (SIDAM) v roku 2003 odporučila vykonať podrobnejší geologický prieskum zlomu Dobrica, ktorý bol identifikovaný ako potenciálny aktívny zlom. Za účelom zdokladovania stability uvedeného zlomu, resp. preukázania jeho malej hĺbky, boli v roku 2006 vykonané práce dokladujúce stabilitu zlomu. V súlade s odporúčením misie MAAE boli v roku 2006 vykonané opätovné merania posunov na Geodetickej polohovej sieti lokality a v roku 2007 bola vypracovaná Štúdia citlivosti zahrnutia zlomov v blízkom regióne JE Mochovce. Predchádzajúce rozhodnutia týkajúce sa úrovne seizmicity neboli zmenené.

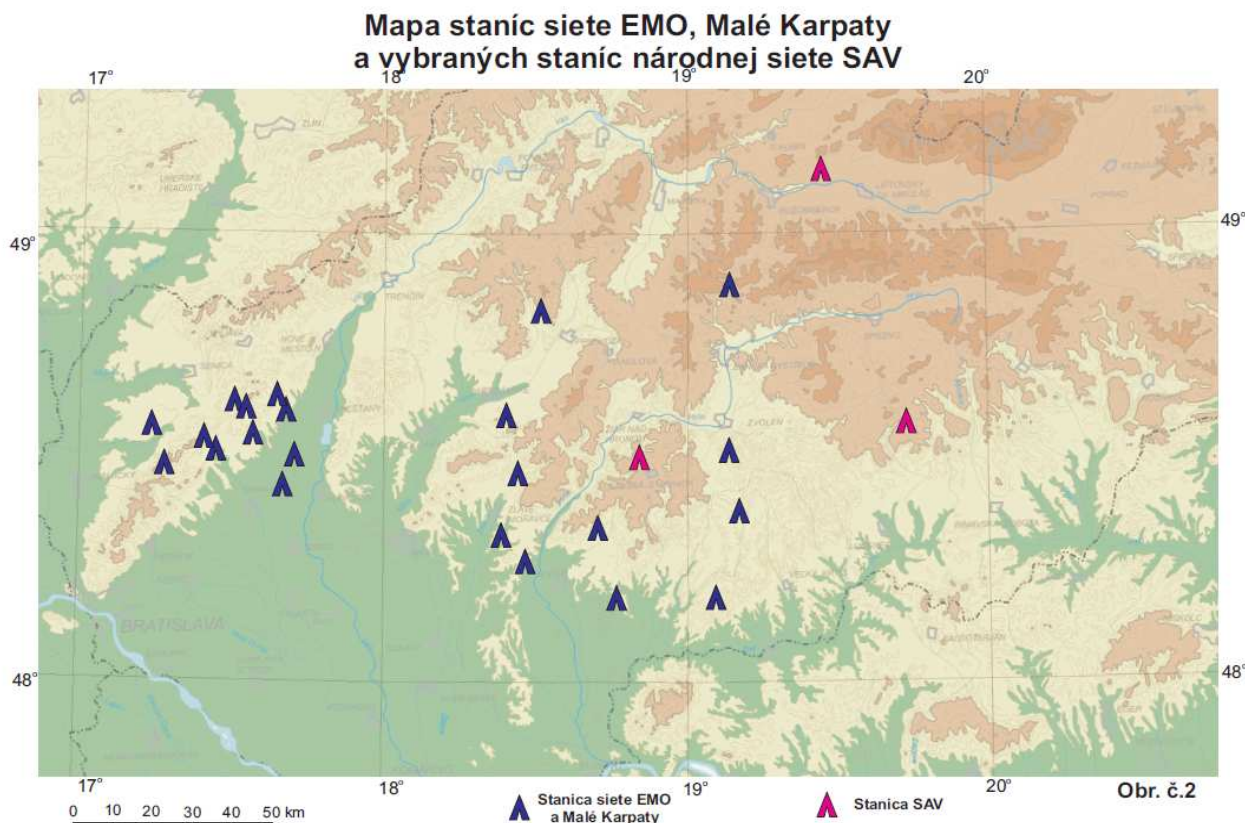
S prihliadnutím na odporúčania MAAE z rokov 1998 a 2003 sa ÚJD SR rozhodol zvýšiť hodnotu projektového zemetrasenia pre lokalitu Mochovce s určitou rezervou na $PGA = 0,15$ g (pozri obr. 7). Táto hodnota sa používa na dostavbu 3. a 4. bloku JE Mochovce a aj pre súčasne prebiehajúce zvýšenie úrovne pre EMO1,2.



Obr. 7: Postupné zvyšovanie seizmického rizika lokality EMO

Pre obe lokality (Bohunice aj Mochovce) bol zrealizovaný systém seizmického monitorovania a v súčasnosti sa využíva na včasnú identifikáciu akejkoľvek seizmickej činnosti, ktorá môže mať dopad na JE (pozri obr. 8). Monitorovanie seizmickej aktivity a mikroaktivity okolia JE Bohunice a Mochovce spočíva nepretržitom registrovaní a analyzovaní seizmických javov vykonávané v 22 seizmických staniach. 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, Dížín, Devičany, Valentová. Umiestnenie seizmických staníc v okolí JE Mochovce bolo navrhnuté a vybudované na základe detailného seizmického a geologického prieskumu vypracovaného Geofyzikálnym ústavom Slovenskej akadémie vied a posudzovaného misiami MAEE v rokoch 1998 a 2004. Stanice je možné kontrolovať diaľkovo. Výsledky monitorovania sú spracovávané v štvrtročných správach. V prípadoch výskytu silnejších seizmických javov, ktoré sú predmetom záujmu pre prevádzku elektrárne, sú výsledky analýzy vypracované do dvoch dní od ich registrácie. Seizmické stanice umožňujú zisťovanie a lokalizáciu miestnych zemetrasení s magnítudou vyššou ako $M_l > 1$. Seizmický monitorovací systém sa využíva na:

- Nepretržité sledovanie kmitania základovej dosky HVB,
- Automatické formovanie signálu pre BD v prípade prekročenia špecifikovanej hodnoty zrýchlenia (0,035 g pre EMO1,2 a 0,115 g pre EBO),
- Zaznamenávanie histórie vibrácií, keď dosiahnu vopred stanovenú hodnotu zrýchlenia.



Obr. 8: Rozmiestnenie seizmických monitorovacích staníc v okolí EBO a EMO

2.1.1.2 Opatrenia na ochranu elektrární pred projektovým zemetrasením

2.1.1.2.1 Identifikácia najviac ohrozených SKK, ktoré sú potrebné na dosiahnutie bezpečného odstavenia

Všetky systém, konštrukcie a komponenty (SKK) požadované na bezpečné odstavenie a odvod zostatkového tepla po seizmickej udalosti a ich klasifikácia do jednotlivých seizmických kategórií sú uvedené v zozname SSEL (zoznam zariadení potrebných na bezpečné odstavenie a ochladenie po seizmickej udalosti). Jednotlivé SKK a ich rozličné konfigurácie dostupné pre zachovanie bezpečnostných funkcií boli tiež stručne popísané v kapitole 0, vrátane informácií o ich seizmickej odolnosti. Do úvahy boli zbrané len systémy s seizmicou klasifikáciou s primeranou seizmicou odolnosťou ako systémy schopné vykonávať bezpečnostné funkcie po zemetrasení; všetky ostatné systémy boli považované za vyradené z prevádzky.

Pre obe prevádzkované elektrárne boli kritériá pre klasifikáciu jednotlivých komponentov do seizmických kategórií použité v súlade s dokumentom „Technické smernice pre program prehodnotenia JE Mochovce“ (MAAE, 1996) a „Technické smernice pre program prehodnotenia JE Bohunice (bloky V1-V2)“. Ide o nasledovné kategórie:

- Seizmická kategória 1 zahŕňa stavebné konštrukcie, systémy a komponenty požadované pre:
 - Bezpečné odstavenie reaktora, jeho udržiavanie v odstavenom stave a odvod zostatkového tepla a chladenie na minimálne 72 hodín
 - Zachovanie integrity primárneho a sekundárneho okruhu až po izolačné ventily
 - Prevenciu rádioaktívnych únikov do okolia
- Seizmická kategória 2 zahŕňa všetky zariadenia, ktoré nie sú klasifikované v seizmickej kategórii 1. Seizmická kategória 2 sa delí do nasledovných podkategórií:

- 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.
- 2 pre EBO a 2b pre EMO1,2, do ktorej patria všetky ostatné stavebné konštrukcie, systémy a komponenty technologického zariadenia.

V rámci zvýšenia bezpečnosti elektrárne na novo definovanú úroveň seizmicity ($PGA = 0,1; 0,15$ alebo $0,344 g$) boli všetky zariadenia zahrnuté do SSEL prehodnotenú pomocou metódy Hodnotenia seizmických rezerv (SMA) a aktualizované na požadovanú úroveň v súlade so špeciálnou metodológiou „Akceptačné kritériá a metodológia pre hodnotenie hraničnej (minimálnej) seizmickej odolnosti a pre návrh seizmických modifikácií“.

Robustnosť každého komponentu bola určená pomocou jeho HCLPF (ktoré je aj vyjadrením bezpečnostnej rezervy daného komponentu) pomocou metódy CDFM a GIP VVER (EPRI NP-6041, IAEA-SSS No-28, IAEA-TECDOC-1333).

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

- Kombinácia účinkov prevádzkových zaťažení JE a zemetrasenia,
- Zaťaženie materiálov až po hraničnú nosnosť s minimálnymi garantovanými hodnotami podľa projektových noriem,
- Pevnostné podmienky zodpovedajúce hraničnej nosnosti pre oceľové a betónové konštrukcie, servisná úroveň D pre tlakové komponenty, potrubia a nádrže v súlade s zbierkou ASME BPVC Sekcia III,
- Duktilita (tvárnosť) – využíva sa pre duktilný spôsob poškodenia; faktor v týchto prípadoch je obvykle v rozmedzí od 1,25 do 2.

Metodológia GIP VVER používaná aj pre opätovné hodnotenie popisuje zisťovanie seizmických interakcií a uvádza formuláre pre zaznamenávanie nálezov zo seizmických pochôdzok a príslušných spôsobov nápravy. Akcelerogramy využívané pre aktualizáciu boli vytvorené v súlade s predpisom NUREG/CR-0098. Bola vypracovaná špeciálna metóda pre hodnotenie stability a pevnosti ukotvení vrátane postupu pre splnenie požiadaviek a ich overenie.

Pre stavebné objekty bez seizmickej klasifikácie neboli vykonané žiadne analýzy týkajúce sa ich kolapsu. Pre tieto objekty boli použité len požiadavky uvedené v norme ČSN 730036. Hodnotenie robustnosti rozličných konfigurácií zariadení však predpokladalo, že všetky systémy, konštrukcie a komponenty (SKK) bez klasifikácie zlyhajú v prípade projektového alebo nadprojektového zemetrasenia.

Pre odvod zostatkového tepla po zemetrasení platia nasledovné predpisy:

- Technologický predpis pre Systém antiseizmickej ochrany SYSCOM
- Technologický predpis pre Odvod zostatkového tepla po zemetrasení

Technologické predpisy popisujú činnosti, ktoré je potrebné vykonať pre odvod zostatkového tepla po seizmickej udalosti, vrátane popisu zariadení a nadväzností systému, prevádzkových limit a technologických obmedzení, spôsobu a činnosti obsluhy, nábehu a prevádzky systému. Pre „Scenár pre bezpečný stav bloku po seizmickej udalosti“ boli špecifikované nasledovné podmienky:

- Hlavné očakávané účinky spojené s vibráciami indukovanými v SKK prostredníctvom stavebných objektov;

- Systémy potrebné pre bezpečné odstavenie, odvod zostatkového tepla a prevenciu úniku rádioaktívnych látok do prostredia po seizmickej udalosti (uvedené v SSEL). Tento zoznam zahŕňa aj nádrže s veľkou zásobou vody, ktoré by mohli zhoršiť podmienky v dôsledku ich prasknutia alebo interakcie.
- Elektrické komponenty v rozvádzačoch sú chránené proti možnému presakovaniu vody z horných podlaží v pozdĺžnej etážérke ochranným krytom.
- Seizmická odolnosť 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 z externých a interných zdrojov a možný vznik miestnych požiarov.
- Elektrické napájanie zariadení uvedených v SSEL bude zabezpečené energiou zo systému ZN (zaistené napájanie) I. a II. kategórie.

2.1.1.2.2 Hlavné náhradné prevádzkové postupy v prípade škôd vyvolaných zemetrasením, ktoré by mohli ohroziť dosiahnutie bezpečného odstaveného stavu

Do úvahy boli zbrané všetky možné účinky, ktoré by mohli ohroziť dosiahnutie bezpečného odstaveného stavu, vrátane:

- Možných zlyhaní ťažkých konštrukcií; aby sa zabránilo neprípustnému dopadu porušených prevádzkových zariadení na konštrukcie seizmickej triedy 1, bolo vykonané hodnotenie situácií s uvedenými možnými interakciami. Toto hodnotenie vychádzalo z pochôdzok v miestnostiach, kde sú umiestnené bezpečnostné zariadenia. Pochôdzky boli zamerané na posúdenie prevádzkových zariadení v týchto miestnostiach a na to, či by ich porucha vyvolaná zemetrasením mohla spôsobiť problémy na nejakom zariadení seizmickej kategórie 1.
- Porušenia turbíny môže mať za následok uvoľnenie letiacich úlomkov s vysokou energiou a je možný ich náraz na pozdĺžnu etažérku a následne na budovu reaktora. Bolo preverené, že zemetrasenie s intenzitou 8° MSK-64 nepovedie k porušeniu rotačných častí turbogenerátorov. Vďaka seizmickejmu projektu hlavných konštrukcií strojovne sa predpokladá, že ložiská a hriadele turbíny a generátora zvládnu seizmické zaťaženie. Je preukázané, že zariadenie nadotáčkovej ochrany turbíny pracuje bezpečne aj v prípade svojej poruchy (fail-safe projekt), aby sa zabránilo porušeniu turbíny vysokými otáčkami v prípade zemetrasenia.
- Prasknutie vysoko energetických potrubí - aby sa zabránilo tlakovým vlnám a letiacim úlomkom v dôsledku porúch veľkých nádrží, prevádzkové nádrže s vysoko energetickým obsahom v priestoroch obsahujúcich zariadenia seizmickej triedy 1 boli analyzované a následne seizmicky zodolnené na seizmickú kategóriu 2a na udržanie ich celkovej stability po zemetrasení.
- *Pád ťažkých manipulačných zariadení:* Simultánna činnosť žeriavu s ťažkým bremenom a zemetrasenia sa nepredpokladá, pretože je veľmi nízka pravdepodobnosť, že takáto situácia nastane (iba niekoľko hodín prevádzky žeriavu ročne). Seizmické úpravy preukázali, že po zemetrasení nedôjde k pádu mostových žeriavov, uložených v bezpečnostne dôležitých budovách. Manipulačné zariadenia v hlavnom výrobnom bloku, ktoré sú umiestnené nad horným poschodím hermetickej zóny, ako napríklad mostové žeriavy na reaktorovej sále alebo zaväzací stroj boli analyzované na udržanie svojej stability počas zemetrasenia a po ňom.

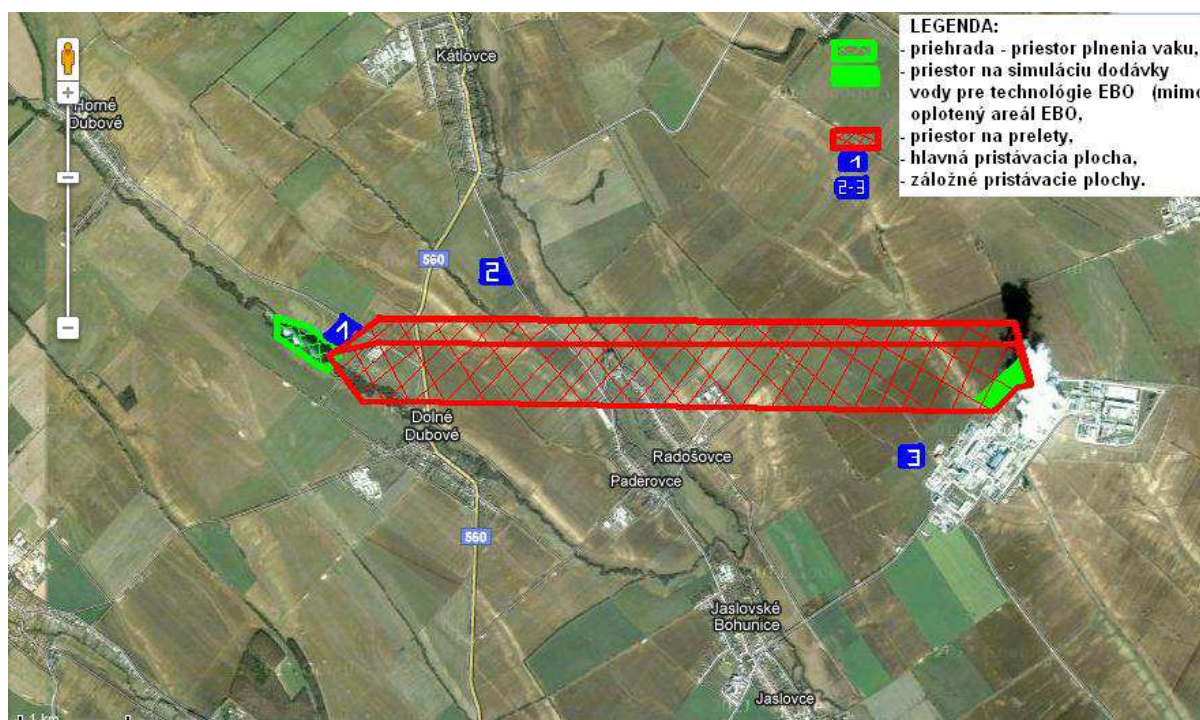
- Pre seizmické udalosti sa uvažovalo so stratou napájania zo siete, čo je popísané v kapitole 3 tejto správy.
- V prípade projektového zemetrasenia môže byť lokalita ovplyvnená poškodením prístupových ciest, najmä tých, ktoré sa nachádzajú v blízkosti predpokladaného epicentra zemetrasenia; prístup personálu a potrebných technických prostriedkov vyžaduje zväžiť poškodenie prístupových bodov do elektrárne, nakoľko tieto neboli uvažované ako seizmicky odolné. Takéto poškodenia sú popísané v kapitole 4, ktorá sa venuje riadeniu havárií.
- Môže byť ovplyvnená aj dostupnosť ciest pre možný transport chladiacej vody.
- Vznik miestnych požiarov vyvolaných zemetrasením je potrebné tiež zohľadniť, čo aj bolo zrealizované.

2.1.1.2.3 Ochrana pred nepriamymi dôsledkami zemetrasenia

Aby sa zabránilo nepriamym dôsledkom zemetrasenia alebo aby sa zmiernili ich následky, boli prijaté nasledovné opatrenia:

- Prevádzkové zariadenia, ktoré sú považované za potenciálne 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, atď., ktoré treba vylúčiť.
- Stavebné konštrukcie umiestnené v blízkosti zariadení dôležitých pre bezpečnosť boli zaradené do seizmickej kategórie 2a, následne seizmicky odolné, aby nedošlo seizmicitou k ich kolapsu. Sú to predovšetkým:
 - Strojovňa priamo spojená s pozdĺžnou etažérkou reaktorového 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 vo vnútri strojovne.
 - Chladiace veže s dopadom na CČS TVD,
 - Prevádzková budovu SO803.
 - Ventilačný komín, nakoľko sa nachádza v blízkosti budovy reaktora.
- Aby sa zabránilo tlakovým vlnám a letiacim úlomkom v dôsledku porúch veľkých nádrží, prevádzkové nádrže s vysoko energetickým obsahom v priestoroch obsahujúcich zariadenia seizmickej triedy 1 boli analyzované a následne seizmicky odolné na seizmickú kategóriu 2a na udržanie ich celkovej stability po zemetrasení. Zahŕňajú nasledovné komponenty:
 - Filtre vysokotlakového systému čistenia chladiwa vzhľadom na ich možný vplyv na integritu kontajneru,
 - Napájacie nádrže umiestnené v pozdĺžnej etažérke.
- Aby sa zabránilo pádu ťažkých zariadení, mostové žeriavy v strojovni a pozdĺžnej etažérke (úroveň +14,7 m) majú stanovené parkovacie polohy mimo zariadení (turbogenerátormi, komponentmi alebo potrubiami systému pary a napájacej vody) počas prevádzky bloku na výkone.
- Prístup hasičských jednotiek k jednotlivým významným stavebným objektom v prípade požiaru je zabezpečený minimálne z dvoch smerov a je zadefinovaný vo výjazdových kartách ZHU.
- Bazény chladiacej vody môžu byť dopĺňané podľa situácie chladiacou vodou z hydrantovej siete EBO. Tento postup bol odsúhlasený neštandardnými testami.

- V prípade zničenia uvedených zdrojov je možné dopravovať vodu z blízkych vodných zdrojov kyvadlovým spôsobom, hadicovým vedením, alebo v podvesnom vaku vrtuľníka. V prípade neporušenia železničnej vlečky je možné dopraviť vodu vo veľkokapacitných železničných cisternách.
- Ako možný zdroj pre kyvadlovú dopravu vody pre Bohunice je možné uvažovať s Horným Dudváhom s prístupovými miestami v Pečeňadoch, Žlkovciach a Trakoviciach. Ďalšími možnými zdrojmi sú potok Horná Blava a rybník v Jaslovských Bohuniciach, nádrž Enviral v Leopoldove, Vážsky kanál v Drahovciach a vodný mlyn v Radošovciach.
- Najvhodnejším zdrojom na čerpanie a následnú dodávku vody do EBO je priehrada Dolné Dubové. V časti pri stavidle je priehrada vhodná na odber vody vrtuľníkom s podvesným vakom. Tento postup bol reálne precvičený v rámci havarijného cvičenia (pozri obr. 9).



Obr. 9: Pracovný priestor pre činnosť s vrtuľníkom

Zabezpečenie dodávok chladiacej vody pre Mochovce je možné požiarnymi cisternami z vodného diela Veľké Kozmálovce. Prístupové trasy sú vedené po štátnej komunikácii na trase Mochovce - Malé Kozmálovce a následne prístupovou cestou k odbernému miestu čerpacej stanice. Na trase sa nenachádza žiadny cestný most, ktorý by mohol byť považovaný za prekážku v prípade seizmickej udalosti. Ďalším využiteľným vodným zdrojom môže byť malá vodná elektráreň (VE) na rieke Hron v blízkosti obce Kálnica (Kálna nad Hronom). Na tejto trase sa nenachádza žiadny most.

Prístup odborného personálu do Mochoviec je predpokladaný zo smerov Levice, Nitra, Zlaté Moravce. 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 vo vzdialenosti do 10 km vybudované tri mostné objekty, a preto rieka Hron nebude limitovať príchod odborného personálu.

Pre zvládnutie miestnych požiarov sa uvažujú:

- Seizmicky a požiarno odolné požiarno deliace steny medzi jednotlivými požiarnymi úsekmi,
- Seizmicky odolné požiarno VZT klapky chránené požiarnou izoláciou VZT potrubí,

- Seizmicky odolný stabilný hasiaci systém so seizmicky odolnou elektrickou požiarou signalizáciou pre identifikáciu požiaru a následnú iniciáciu SHZ,
- Seizmická klasifikácia zariadení obsahujúcich horľavé látky (najmä olej),
- Hasenie požiarov závodným hasičským útvarom.

Zariadenia ZN I. a II. kategórie budú seizmicky odolné, bez ohľadu na to, či napájajú spotrebiče uvedené na zozname SSEL alebo nie, čím sa výrazne znižuje riziko vzniku požiaru.

2.1.1.3 Súlad medzi elektrárnami a ich aktuálnym princípom pre udelenie licencie

2.1.1.3.1 *Procesy držiteľa licencie zabezpečujúce, že systémy, konštrukcie a komponenty elektrárne, ktoré sú potrebné na dosiahnutie bezpečného odstavenia po zemetrasení, alebo ktoré by mohli mať nepriame vplyvy prediskutované v predchádzajúcej časti, zostávajú v prevádzkyschopnom stave*

Zariadenia v klasifikovaných kategóriách majú vypracované individuálne programy zabezpečenia kvality podliehajúce dozoru ÚJD SR. Tieto programy definujú požiadavky na kontroly jednotlivých zariadení od ich uvedenia do prevádzky. Kontroly (prehliadky) sú zaznamenávané vo forme protokolov. Okrem týchto kontrol sú v súlade s odporučeniami MAAE, v rámci programu riadeného starnutia vytypovaných komponentov a programu hodnotenia stavebných objektov, periodicky hodnotené zadané ukazovatele ich technického stavu. Počas záťažových testov bola vykonaná pochôdzka po elektrárni za účelom overenia stavu zariadení. Bolo potvrdené, že všetky SKK sú v súlade s aktuálnym princípom pre udelenie licencie.

2.1.1.3.2 *Procesy držiteľa licencie, 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 doplňovania, v prevádzkyschopnom stave sú príslušné čerpadlá pripravené na dodávky vody z externých zdrojov v súlade s harmonogramom funkčných skúšok zariadení primárneho a sekundárneho okruhu. Pri príprave záťažových testov a ako odpoveď na odporúčania WANO boli otestované vybrané mobilné zariadenia na preukázanie ich schopnosti plniť požadované funkcie.

2.1.1.3.3 *Možné odchýlky od princípu pre udelenie licencie a činnosti na stanovenie týchto odchýlok*

Schopnosť blokov JE V-2 Bohunice zachovať si základné bezpečnostné funkcie sa výrazne zvýšila v niekoľkých etapách zvyšovania bezpečnosti z pôvodnej projektovej hodnoty PGA = 0,025 g (vybudovanie ako neseizmický projekt), cez aktualizáciu na PGA = 0,25 g v roku 1995, až po súčasnú hodnotu PGA = 0,344 g, ktorá zodpovedá zvyšovaniu úrovne bezpečnosti ukončenému v roku 2008.

Pre JE V-2 Bohunice neboli identifikované žiadne odchýlky od princípu pre udelenie licencie s ohľadom na seizmickú odolnosť. Seizmická odolnosť všetkých príslušných SKK sa priebežne zvyšovala na základe pravidelného prehodnocovania seizmického rizika lokality.

Lokalita Mochovce bola prehodnotená na základe novej metodiky v rokoch 1998 až 2003 a nová hodnota projektového zemetrasenia bola stanovená na PGA = 0,143 g s návratovou periódou 10 000 rokov. Spôsob prehodnotenia bol preverený misiou MAAE v roku 2003. Za účelom dosiahnutia zvýšenej seizmickej bezpečnostnej rezervy prebieha v súčasnosti seizmické zodolnenie elektrárne na hodnotu PGA = 0,15g. Tá istá hodnota bola použitá aj pre prebiehajúcu výstavbu blokov MO3,4.

2.1.2 Hodnotenie bezpečnostných rezerv

2.1.2.1 Rozsah zemetrasenia, ktoré vedie k vážnemu poškodeniu paliva

Hodnotenie a zvyšovanie úrovne mechanických a elektrických zariadení vychádzalo z konzervatívneho prístupu berúceho do úvahy elastické správanie konštrukcií. Hodnotenie stavebných objektov (konštrukcií) však zahŕňalo mierne konštrukčné neelastické správanie objektov. S prihliadnutím na vlastnosti materiálov použitých pre jednotlivé komponenty bezpečnostného systému by najskôr malo dôjsť k plastickej deformácii a až po prekročení hraničných konštrukčných hodnôt by malo dôjsť k poškodeniu daného komponentu. Toto hodnotenie je však nad rámec aktuálnych regulačných požiadaviek a medzinárodných noriem a rezerva ešte nebola kvantifikovaná. Vyhodnotenie seizmických rezerv je možné získať iba prostredníctvom prepracovaných elasticko-plastických pevnostných výpočtov. Práca na analýzach už začali a výsledky sa očakávajú začiatkom roka 2012. Na základe predbežných výsledkov sa vo všeobecnosti očakávajú 20 – 30 % seizmické bezpečnostné rezervy.

2.1.2.2 Rozsah zemetrasenia vedúceho k strate integrity kontajmentu

Rovnaké hodnotenie, ktoré platí pre rozsah vážneho poškodenia paliva, platí aj pre kontajment. V súlade s tým sa strata integrity kontajmentu v JE V-2 Bohunice nepredpokladá pri hodnote nižšej ako $PGA = 0,35 g$ a pre EMO pri hodnote nižšej ako $0,2 g$.

2.1.2.3 Zemetrasenie prekračujúce projektové zemetrasenie elektrárne a následné záplavy prekračujúce projektové záplavy

S prihliadnutím na umiestnenie lokality, geomorfologické a hydrologické vlastnosti a na základe vykonaných analýz bolo dokázané, že dokonca ani zlyhanie priehrad na najbližších riekach spôsobené zemetrasením nespôsobí zaplavenie lokality. Konštrukcie vybudované na riekach pre dodávku surovej vody môžu byť ovplyvnené, čo by viedlo k prerušeniu dodávky surovej vody. Príslušné otázky sú definované ako udalosť straty koncového odvodu tepla v kapitole 3.

2.1.2.4 Opatrenia, s ktorými je možné počítať na zvýšenie odolnosti elektrárne voči zemetraseniam

Odolnosť elektrárne voči zemetraseniam sa v nedávnej dobe výrazne zvýšila a považuje sa za primeranú súčasným požiadavkám. Napriek tomu sa uvažuje o nasledovných opatreniach na kvantifikáciu rezerv a ďalšie zlepšenie:

- Kvantifikácia rezerv kľúčových SKK pre zemetrasenia presahujúce projektové zemetrasenie
- Vypracovanie seizmickej PSA
- Aktualizácia plánov logistiky dopravy do JE po extrémnom zemetrasení

2.2 ZÁPLAVY

2.2.1 Základná projektová hodnota

2.2.1.1 Záplavy uvažované v projekte elektrárne

2.2.1.1.1 Charakteristiky projektových záplav

Projektové záplavy neboli špecifikované v projektovej dokumentácii, nakoľko obe jadrové lokality Slovenska sa nachádzajú vo vnútrozemí a vo veľkej vzdialenosti od akéhokoľvek významného zdroja záplav. Boli však postulované možné zdroje záplav, predovšetkým silný dážď. Pre konštrukcie a objekty elektrárne bola špecifikovaná a preskúmaná jediná vierohodná príčina veľkého prítoku vody, t. j. extrémne zrážky. Projektové zrážky definované pre JE V-2 Bohunice

boli 65 l/s/ha, pre všetky bloky v Mochovciach to bolo 140 l/s/ha, s trvaním 15 minút v oboch prípadoch a s dobou návratnosti 100 rokov. Najviac zrážok býva zvyčajne v letných mesiacoch počas silných búrok.

V rámci záťažových testov bolo však uvažované aj so všetkými ostatnými možnými zdrojmi záplav. Tieto zahŕňajú možné záplavy spôsobené zdrojmi povrchovej vody, poškodením priehrad, podzemnou vodou a extrémnym počasím, predovšetkým silným dažďom, topiacim sa snehom a kombináciou silného dažďa a topiaceho sa snehu. Do úvahy bola zobrať aj seizmická udalosť s následnými vnútornými záplavami. V nasledujúcej časti je uvedené hodnotenie záplav, ktoré by mohli mať dopad na zaistenie bezpečnostných funkcií.

2.2.1.1.2 Metodika použitá na vyhodnotenie projektových záplav

Blízke povrchové vodné zdroje

Obe lokality sa nachádzajú ďaleko od významných zdrojov povrchovej vody (rieky, veľké vodné plochy).

Rieka Váh s vodnou nádržou Sĺňava sa nachádza približne 8 km od JE Bohunice. Medzi areálom JE a riekou Váh, ako jeho pravostranný prítok, preteká nízinná rieka Dudváh. Pravostranný prítok Dudváh odvodňuje areál lokality. Medzi lokalitou a obcou Jaslovské Bohunice preteká ďalšia malá riečka Blava. Výškový rozdiel cca 11m na východe vo vzdialenosti cca 3 km, oddeľuje areál od rovinného a v tejto časti i dostatočne širokého údolia Váhu.

Lokalita Mochovce sa nachádza približne 5 km od rieky Hron. Nadmorská výška lokality JE Mochovce je 233,10 – 242,10 m, zatiaľ čo koruna priehrady vodnej nádrže Veľké Kozmálovce na rieke Hron je v nadmorskej výške 176,0 m a maximálna hladina je v nadmorskej výške 175,0 m.

S prihliadnutím na vzdialenosť riek, terén a vyvýšenie lokalít je možné povedať, že konštrukcie elektrárne a v nich umiestnené zariadenia nemôžu byť priamo ohrozené záplavami z okolitých vodných tokov a vodných diel.

Zlyhanie priehrad

Záplavy na vyššie uvedených riekach môžu ovplyvniť prevádzku čerpacích staníc nachádzajúcich sa v blízkosti vodných nádrží na riekach a prerušiť prevádzku systémov doplňovania priemyselnej vody.

Zlyhanie priehrad na rieke Váh môže mať potenciálny vplyv na prevádzku JE V-2 Bohunice. V tomto prípade bude ohrozený zdroj prídavnej vody v Drahovciach (kvôli výpadku elektrického napájania čerpadiel) a čiastočne bude zatopená čerpacia stanica Pečeňady, kde hladina vody dosiahne úroveň 0,5 m (v prípade zlyhania Oravskej priehrady), resp. 1,2 m (pri zlyhaní Liptovskej Mary). Pri úplnej strate prívodu vody z Váhu a výpadku ČS Pečeňady by sa pre zabezpečenie bezpečnostných funkcií využívali zásoby vody v bazénoch chladiacich veží a v kanáloch chladiacej vody.

Roztrhnutie existujúcich priehrad v povodí rieky Hron by vzhľadom na ich pomerne malé objemy a lokalizáciu hlavne v hornej časti povodia nemali vážne ohroziť objekty EMO1,2 a MO3,4. Objekty JE 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 MO3,4. Pri zlyhaní priehrady vodného diela Veľké Kozmálovce bude ohrozený zdroj priemyselnej vody z dôvodu zatopenia čerpaciej stanice priemyselnej vody zabezpečujúcej priemyselnú vodu pre lokalitu Mochovce. V prípade úplnej straty dodávky priemyselnej vody sa použijú zásoby vody v bazénoch chladiacich veží a v kanáloch chladiacej vody. V Mochovciach je k dispozícii dodatočný rezervoár surovej vody, ktoré je možné využiť.

Problémy týkajúce sa straty priemyselnej vody sú súčasťou analýzy vzťahujúcej sa na stratu konečného recipientu tepla. Tieto otázky sú prediskutované zvlášť v kapitole 3 tejto správy. Je však možné vylúčiť priame ohrozenie objektov a zariadení elektrárne záplavami v dôsledku zlyhania priehrad.

Podzemná voda

Hladina spodnej vody v lokalite Bohunice sa nachádza v hĺbke 16÷20 m. Monitorovanie podzemných vôd (aktivít a hydraulického režimu) je vykonávané pomocou rozsiahlej siete (143 ks) existujúcich a novovybudovaných monitorovacích vrtov. Hlavným cieľom monitorovacieho systému je zaistiť ochranu zdrojov podzemnej vody pred šírením rádioaktívnych látok.

Počas hlbokých vrtov sa v skalných formáciách v areáli elektrárne Mochovce nenašla žiadna podzemná voda. Analýza geomorfologických, geologických a hydrogeologických podmienok preukázala, že podzemná voda nemôže zasiahnuť základy budov JE Mochovce. JE preto nemá vybudovaný stály odvodňovací systém pre reguláciu hladiny podzemných vôd. Existujúce vrty vo vnútri a mimo areálu JE slúžia len pre dozimetrickú kontrolu podzemných vôd.

Z tohto dôvodu nie je potrebné brať do úvahy účinky podzemných vôd na stabilitu stavebných objektov, ani ju považovať za možný zdroj záplav.

Extrémne zrážky

Správne naprojektovanie systému dažďovej kanalizácie je zvyčajná prevencia proti záplavám v dôsledku extrémnych dažďov.

Konzervatívny odhad pre JE V-2 Bohunice udáva, že základom pre projektovanie kapacity systému odvodnenia je plocha 18,2 ha. Zrážky v objeme 65 l/s/ha (5,85 mm za 15 minút) zodpovedá celkovému prietoku 1,18 m³/s, čo je približne 50 % kapacity systému odvodnenia (2,365 m³/s). Dažďová kanalizácia z areálu JE je vedená do poistných nádrží a odtiaľ do toku Manivier. Poistné nádrže slúžia na zachytávanie suspendovaných častíc a možných ropných produktov z areálu. V prípade extrémnych zrážok dôjde v areáli k povrchovému odtoku smerom z najvyššie položenej plochy, čo je centrálna čerpacia stanica k najnižšie položeným plochám, ktorú tvorí areál okolo poistných nádrží. Je zrejmé, že kapacita systému odvodnenia má veľké rezervy v porovnaní s pôvodnou projektovou hodnotou.

Dažďová kanalizácia v areáli JE Mochovce zbiera a dopravuje dažďovú vodu z rozličných oblastí elektrárne do najnižšieho bodu areálu Mochoviec, ktorý sa nachádza mimo hraníc elektrárne. Dažďová kanalizácia odvádza zachytené zrážkové vody do jedného najnižšie položeného miesta, kde je umiestnená poistná nádrž dažďovej kanalizácie v areáli ČOV. Táto nádrž v bežnej prevádzke slúži na zachytávanie dažďových oplachov plôch z areálu JE Mochovce a plní zároveň funkciu poistného článku pre zachytenie eventúálnych únikov ropných produktov z intravilánu elektrárne. Topografia areálu zabraňuje akumulácii vody na akejkoľvek úrovni, na ktorej sa nachádzajú budovy s kritickými systémami, konštrukciami a komponentmi. Kanalizačný systém má nezávislé potrubie pre každú z úrovní a dažďová voda sa dopravuje z každej úrovne do bazéna spoločného pre EMO1,2 a MO3,4.

Kanalizačný systém bol naprojektovaný s uvažovaním 15-minútového privalového dažďa s periodicitou 1 roka a intenzitou dažďa 140 l/s/ha. Táto intenzita dažďa zodpovedá prietoku 26,18 l/s v menšom zberači. Odvodňovaná plocha menšieho zberača je 0,38 ha, z čoho sú 0,2 ha spevnené plochy (odtokový koeficient 0,8) a 0,18 ha nespevnené plochy (odtokový koeficient 0,15). Minimálna veľkosť potrubia kanalizačného systému je DN 300 a jeho kapacita, s 2 % sklonom, je 147,07 l/s. Zrážky na tej istej kanalizačnej ploche, ktoré by mohli vyvolať takýto prietok, zodpovedajú takmer 70 mm zrážok s trvaním 15 minút, čo je takmer dvojnásobok zrážok so 100-ročnou dobou návratnosti.

Rezerva predstavuje 38 mm s prihliadnutím na 100-ročnú návratovú periódu zrážok s trvaním 15 minút.

Tieto extrémne zrážky boli ohodnotené v správe nedávno vypracovanej (v roku 2011) Slovenským hydrometeorologickým ústavom pre areál Mochovce v spojení s výstavbou MO3,4. Na posúdenie hodnôt maximálnych snehových/dažďových zrážok sa použili 30-ročné hodnoty ročných meraní z meteorologickej stanice Mochovce (1981 - 2010), ako aj hodnoty zo 65 rokov meraní najvyšších intenzít zrážok v oblasti Mochoviec a historické údaje intenzít dažďov na Slovensku. Hodnotenie sa vykonali extrapoláciami použitím DDF (hĺbka – trvanie - frekvencia) kriviek. Hlavné výsledky štúdie sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke odporúčaných extrémnych hodnôt meteorologických parametrov, ktoré je potrebné použiť pre hodnotenie bezpečnosti:

Meteorologický parameter	Opakovanie		
	JEDNOTKA	100 rokov	10 000 rokov
Zásoba vody v snehovej vrstve	mm	88.4	165.8
Extrémne snehové a dažďové zrážky	mm	120.6	224.4
Intenzita búrky s trvaním 300 min	mm/min.	0.226	0.389
Intenzita búrky s trvaním 30 min	mm/min.	1.379	2.330
Intenzita búrky s trvaním 15 min	mm/min.	2.133	4.067
Maximálna denná výška vrstvy vody z topiaceho sa snehu	mm	50	100

Spoločná časť kanalizačného systému EMO1,2 a MO3,4 zberá dažďovú vodu z plochy 33,12 ha a jeho kapacita je 5,9 m³/s. Táto kapacita postačuje na odvodnenie celého areálu, aj v prípade, že by všetka dažďová voda bola odvádzaná kanalizačným systémom (čo nie je tento prípad).

Z tabuľky je zrejmé, že hodnota 140 l/s/ha použitá ako základná projektová hodnota pre EMO je výrazne nižšia (približne 12,6 mm) ako predpovedá nová štúdia. Podobná meteorologická štúdia ako bola vypracovaná pre Mochovce, sa pripravuje aj pre Bohunice za účelom aktualizácie pôvodných projektových hodnôt a bude ukončená v januári 2012. Štúdia bude zahŕňať aj metodológiu pre hodnotenie maximálnej hladiny vody v areáli pre extrémne zrážky. Je možné očakávať, že v porovnaní s projektovou hodnotou pre JE V-2 Bohunice, ktorá je 65 l/s/ha, bude výraznejší rozdiel a kapacita systému odvodnenia tým pádom bude otázná. Samozrejme to neznamená, že krátky intenzívny dážď nad projektové hodnoty spôsobí záplavy. Špecificky, nie je potrebné okamžite odvieť celý objem dažďovej vody, dá sa to vykonať aj s určitým oneskorením. Očakáva sa, že v prípade správneho fungovania systému odvodnenia nebude žiadne riziko výrazného zaplavenia areálu. Toto očakávanie je však potrebné potvrdiť po ukončení novej meteorologickej štúdie na základe podrobnejšieho hodnotenia.

Avšak, aby sme zachovali konzervatívny prístup, napriek skutočnosti, že správne fungovanie kanalizačného systému vylučuje možnosť zaplavenia v dôsledku zrážok, analyzovalo sa aj správanie elektrární v prípade kompletnej straty (upchatia) kanalizačného systému. Konzervatívne sa predpokladalo, že extrémne zrážky spôsobia vyradenie vstupov kanalizačného systému z prevádzky ich upchatím nánosmi z nespevnených plôch a že voda postupne tečie pozdĺž objektov na najnižšie miesta. V tomto prípade sa môže okolo stavebných objektov elektrárne vytvoriť určitá vrstva vody nad terénom.

Odhady hladiny vôd za vyššie popísaných podmienok je dosť komplikovaná úloha. Za pomoci vyššie uvedenej tabuľky a s prihliadnutím na extrémny dážď a topenie snehu a tvar terénu bolo určené, že výška dočasného zaplavenia s dobou návratnosti 10 000 rokov neprekročí 10 cm.

Vnútorne záplavy spôsobené zemetrasením

Okrem vonkajších zdrojov záplav bola hodnotená aj zraniteľnosť všetkých budov obsahujúcich elektrické zariadenia, ktoré môžu byť ovplyvnené záplavami (budova reaktora a budova pomocných prevádzok, strojovňa, pozdĺžna a priečna etažérka, DG stanice, ČS TVD, budova SHN), vnútornými záplavami (spôsobenými prasknutím potrubí/nádrží) s prihliadnutím na prasknutie najzraniteľnejších potrubí vody po zemetrasení.

Pre JE V-2 Bohunice a EMO1,2 boli zohľadnené nasledovné zdroje vnútorných záplav:

- Veľký únik z prasknutého potrubia napájacej vody v pozdĺžnej etažérke,
- Veľký únik cirkulačnej chladiacej vody v strojovni,
- Veľký únik z prasknutého potrubia napájacej vody a kondenzátu v strojovni.

Z pohľadu záplav je najhoršou situáciou prasknutie potrubia cirkulačnej chladiacej vody s potenciálnym únikom až 85 100 m³ vody (tento údaj platí pre MO3,4, pre JE V-2 Bohunice je táto hodnota 52 000 m³). Poškodenie tohto seizmicky neklasifikovaného potrubia v strojovni je možné považovať za najvážnejší dôsledok zemetrasenia. Analýza však preukázala, že dokonca ani v prípade úniku celého objemu vody nedôjde k ohrozeniu káblových kanálov nachádzajúcich sa v suteréne strojovne s odbočkami na -3,0 m, ktoré by mohli spôsobiť šírenie záplavy do susednej etažérky.

Okrem toho sa do úvahy vzala aj záplava v EMO1,2 spôsobená poškodením nádrže prídavnej vody (2 x 6 000 m³). Zásobná nádrž prídavnej vody sa nachádza mimo lokality EMO1,2, asi 300 m v severovýchodnom smere smerom k ČOV. Zo skladovacej nádrže sa odpadová voda prepravuje do chemickej úpravne vody (CHÚV) cez dve vedenia s priemerom 1200 mm s dĺžkou asi 550 m. Stanica CHÚV sa nachádza priamo v areáli JE, pričom rozdiel výšok medzi CHÚV a zásobnou nádržou prídavnej vody je asi 17 m. Areál JE je oddelený od zásobnej nádrže prídavnej 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 nádrži prídavnej vody. Hladina vody v nádržiach 2 x 6 000 m³ sa kontroluje diaľkovo pomocou snímačov z čerpacej stanice na rieke Hron. V prípade potenciálneho poškodenia nádrže a za predpokladu uvoľnenia celého objemu prídavnej vody, t. j. 12 000 m³ do okolia, nie je zaplavenie areálu JE možné.

2.2.1.1.3 Záver o primeranosti ochrany pred externými záplavami

Ako bolo objasnené vyššie, nie je potrebná žiadna ochrana areálu voči externým zdrojom záplav okrem vhodne naprojektovanej kapacity a zaistenia prevádzkyschopnosti kanalizačného systému na zvládnutie extrémnych zrážok. Systémy boli naprojektované pre pôvodné projektové zrážky (prívalový dážď) s veľkými rezervami. Aktualizované meteorologické štúdie však naznačujú, že pravdepodobne bude potrebné prehodnotiť pôvodnú projektovú hodnotu pre maximálne zrážky. Toto prehodnotenie už bolo zohľadnené pri realizácii aktualizovaných projektových opatrení proti vstupu vody do bezpečnostne významných budov.

2.2.1.2 Opatrenia na ochranu elektrárne pred projektovými záplavami

2.2.1.2.1 Identifikácia systémov, konštrukcií a komponentov (SKK), ktoré sa požadujú na dosiahnutie a udržanie stavu bezpečného odstavenia a sú najohrozenejšie počas nárastu zaplavenia

Stupeň ohrozenia záplavami je rozdielny pre rozdielne typy konštrukcií, systémov a komponentov, predovšetkým pre stavebné objekty, mechanické komponenty, elektrické a SKR komponenty.

Nakoľko dopad podzemných vôd bol vylúčený, záplavy vo všeobecnosti neohrozujú stavebné objekty: neočakávajú sa žiadne dôsledky zaplavenia na stavebné objekty, ale len na technologické zariadenia, ktoré sú v nich inštalované. Analýza je dôležitá len pre stavebné

objekty, v ktorých sa nachádzajú bezpečnostné konštrukcie, systémy a komponenty a ktorých prízemie je na najnižšej absolútnej výške, ktorá sa následne považuje za najviac ohrozenú pri skúšobných statických výpočtoch. Zraniteľnosť – možné ohrozenie sa hodnotí na základe progresívne stúpajúcej hladiny vody začínajúcej od najnižšieho bodu areálu.

V analýze vnútorných záplav sa predpokladá, že:

- ak zaplavenie dosiahne úroveň miestnosti, v ktorej je inštalovaný aktívny komponent, tento komponent zlyhá, pokiaľ nie sú k dispozícii hydraulické ochrany;
- ak zaplavenie dosiahne úroveň podlahy miestnosti, v ktorej je inštalované elektrické zariadenie zabezpečujúce napájanie aktívneho komponentu, tento komponent zlyhá, pokiaľ nie sú k dispozícii hydraulické ochrany;
- bezpečnostné skrine SKR a panely BD/ND sú inštalované na dostatočne vysokej úrovni; z tohto dôvodu sa predpokladá, že nedôjde k žiadnej strate aktívneho komponentu zaplavením v dôsledku straty bezpečnostného ovládania SKR.

V prípade potreby sa hodnotí druhý krok, či sú potrebné podrobnejšie hľadiská (napríklad analýza presnej úrovne komponentu vo vnútri miestnosti). Káble a pasívne komponenty (napríklad potrubia) majú výraznú odolnosť voči záplavám, a teda ich nie je potrebné v analýzach ďalej zohľadňovať.

Budovy elektrární vyžadujúce podrobnejšie hodnotenie ich odolnosti voči záplavám, sú:

- Budova reaktora a pomocných prevádzok, v ktorých sa nachádzajú elektropohony superhavarijných vstrekových čerpadiel a havarijných napájacích čerpadiel,
- Strojovňa, pozdĺžna a priečna etažérka, kde by mohlo dôjsť k ohrozeniu elektrických rozvádzačov a napájacej automatiky,
- DGS so 6 kV vývodmi – po prekonaní určitej úrovne bude voda prenikajúca hlavne cez netesné brány na severnej strane objektu stekať do miestností pod DG, kde pri zvýšenej hladine môže zatopiť vývody 6 kV,
- Čerpacia stanica s SHNČ čerpadlami požiarnej vody,
- Budova SHN; zvýšená úroveň vody môže dosiahnuť až úroveň pohonov SHNV,
- Stredisko havarijnej odozvy,
- Vedenia silových káblov.

2.2.1.2.2 Hlavné projektové a konštrukčné opatrenia na zabránenie dopadu záplav na elektrárne

Vzhľadom k tomu, že jedinou možnosťou záplav lokalít JE na Slovensku sú extrémne zrážky, hlavný spôsob prevencie spočíva v správne naprojektovanom a udržiavanom kanalizačnom systéme. Ak, aj napriek tomuto opatreniu, je postulované zlyhanie systému, potom vhodným projektovým opatrením je správne utesnenie budov a vyvýšený vstup do budov. Súčasná situácia v tejto oblasti je popísaná v nasledovnej časti.

V projekte EMO1,2 a MO3,4 bolo uvažované so zvýšeným vstupom (20 - 60 cm nad terénom) do budovy významných pre bezpečnosť, v ktorých sú umiestnené bezpečnostné zariadenia, t. j.:

- dieselgenerátorová stanica,
- budova reaktora;
- pozdĺžna a priečna etažérka;
- čerpacia stanica technickej vody dôležitej (TVD).

Čo sa týka budovy reaktora, pozdĺžnej a priečnej etažérky a stanice diesel generátora, tieto budovy majú buď hermetické dvere a minimálne 20 cm vysoký prístupový prah do miestností s bezpečnostnými zariadeniami (budova reaktora), alebo 20 cm vysoký prístupový prah (stanica diesel generátora a pozdĺžna a priečna etažérka). Citlivé komponenty čerpacej stanice TVD sú elektromotory SHNČ, ktoré sú nainštalované 60 cm nad podlahou. Nakoľko funkčnosť

elektrických káblov nie je záplavami dotknutá, k poškodeniu čerpadiel dochádza v prípade, že hladina vody stúpne na 60 cm nad podlahou.

U blokov JE V-2 Bohunice, ktoré boli projektované skôr, bola pôvodne venovaná nižšia pozornosť ochrane pred záplavami v dôsledku extrémnych zrážok. Relatívne zraniteľné budovy elektrárne zahŕňajú:

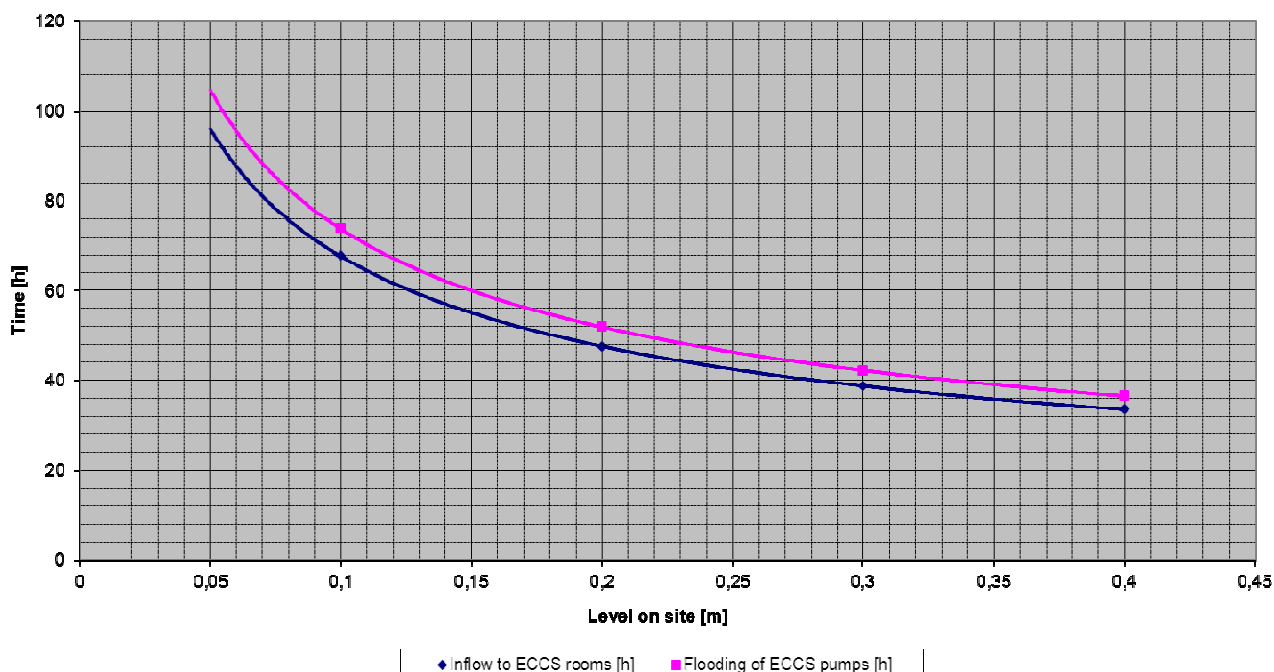
- Budovu reaktora, v ktorej sú umiestnené čerpadlá havarijného systému chladenia aktívnej zóny a čerpadlá sprchového systému (na -6,5 m);
- Dieselgenerátorová stanica so 6 kV vývodmi;
- Pozdĺžna a priečna etažérka;
- Chemická úpravňa vody so SHNČ;
- Stredisko havarijnej odozvy.

Pre potreby kvantifikácie časových rezerv a odhadu dĺžky trvania záplavy bol vypracovaný konzervatívny model na výpočet ohrozenia havarijných čerpadiel umiestnených v suteréne budovy reaktora. Na základe tohto modelu by čerpadlá mohli byť ohrozené až po viac ako 72 hodinách záplav, ktorých výsledkom by bola trvalá 10 cm hladina vody (t. j. konzervatívne sa neprihliada na žiadne aktívne protioopatrenia a prirodzený odvodňovací profil areálu) – pozri obr. 10.

V budove reaktora sú nainštalované dve odvodňovacie čerpadlá (každé s výkonom 25 m³ /h) na čerpanie vody z miestností v prípade vnútornej záplavy. Kapacita čerpadiel, dokonca ani s využitím všetkých mobilných čerpadiel, ktoré má k dispozícii ZHÚ (spolu 216 m³ /h) však nepostačuje na dostatočný odvod vody za takýchto nepriaznivých predpokladov. Preto boli potrebné opatrenia na prevenciu prítoku vody do budovy.

Podrobná analýza ukázala, že zaplavenie areálu vodou o výške viac než 30 cm kombinovanou so stratou všetkých zdrojov napájania zo siete by mohlo vyústiť do úplnej straty napájania elektrárne (SBO), avšak nie skôr ako za 24 hodín, v dôsledku zaplavenia zberníc v etažérke a nedostupnosti dieselgenerátorov. Zabezpečenie bezpečnostných funkcií (predovšetkým odvod tepla z aktívnej zóny a z bazénu vyhoretého paliva) pre scenár SBO je podrobne analyzované v kapitole 3.

V prípade kombinácie záplavy a straty všetkých zdrojov napájania zo siete a neprijatia žiadnych protioopatrení je však bezpodmienečne nevyhnutná dostupnosť dieselgenerátorov. Ohrozenie DSG záplavami je možné očakávať v prípade viac ako približne 20 cm stálej hladiny vody okolo budovy DG (toto je veľmi konzervatívny predpoklad, ktorý musí potvrdiť plánovaná podrobná topologická štúdia prirodzenej odvoditeľnosti areálu).



Obr. 10: Predikcia časových rezerv do ohrozenia superhavarijných čerpadiel záplavou

Predpokladá sa, že vývod výkonu dieselgenerátorov, ktorý je pod zemou, môže byť vyradený z prevádzky po 1 – 2 hodinách trvalých záplav. To by vyústilo do scenára SBO. Zabezpečenie bezpečnostných funkcií (predovšetkým odvod tepla z aktívnej zóny a z bazénu vyhoretého paliva) pre scenár SBO je analyzované v kapitole 3.

Na základe analýzy boli okamžite prijaté určité zlepšenia počas záťažových testov. Boli pripravené vrecia s pieskom ako dočasná pasívna ochrana, ktoré je možné umiestniť pred vstupnú bránu do budovy reaktora a stanice DG. Konečné riešenie využívajúce permanentnú pasívnu ochranu je v predprojektovej fáze (je potrebné zohľadniť potreby dopravy počas období údržby). Pochôdzka po areáli a opatrenia týkajúce sa umiestnenia dverí a brán, ktoré boli zrealizované v októbri 2011 videli k nasledovným záverom, ktoré ešte musia potvrdiť vyššie spomínané plánované analýzy:

- Vstup do budovy reaktora sa zvýši o približne 10 cm nad terén, t. j. bola by potrebná záplava s dobou návratnosti 10 000 rokov, aby voda natiekla dovnútra budovy reaktora.
- Hladina vonkajšej záplavovej vody v blízkosti stanice DG by musela byť približne 20 cm, aby sa voda dostala do miestnosti so 6 kV vývodmi výkonu, čo je výrazne vyššie ako možná hladina záplavy s prihliadnutím na odvodňovacie vlastnosti areálu.

Dostatočná ochrana komponentov bezpečnostných systémov proti záplave spôsobenej prasknutím potrubí a nádrží je zaistená:

- 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 nedosiahla úroveň týchto komponentov;
- možnosťou odvádzania vody vytekajúcej na podlahu miestnosti;

- periodickými obhliadkami vykonávanými obslužným personálom, ktorý má možnosť ručnou manipuláciou armatúry na niektorých potrubiach (nie kritických z hľadiska bezpečnosti) z chodby uzatvoriť a tým zastaviť výtok média.

Na základe analýzy bol prijatý záver, že konfigurácie elektrární s tromi redundantnými bezpečnostnými systémami sú odolné voči vnútorným záplavám. Analýza vzala do úvahy aj rozličné opatrenia prijaté pred vykonaním záťažových skúšok na obmedzenie dôsledkov vnútornej záplavy (napríklad zlepšenie utesnenia medzi oddeleniami, zabezpečenie odtoku vody, modifikované dispozičné riešenie pre zabezpečenie potrebného sklonu pre odtok vody).

2.2.1.2.3 Hlavné prevádzkové opatrenia na zabránenie dopadu záplav na elektrárne

Prevádzkové opatrenia zahŕňajú:

- Postupy na udržiavanie prevádzkyschopnosti dažďovej, priemyselnej a splaškovej kanalizácie,
- Postupy pre ZHÚ pre odčerpávanie vody zo zaplavených oblastí.

2.2.1.2.4 Situácia mimo elektrární, vrátane zabránenia alebo oneskorenia prístupu personálu za riadení do areálu

Pri záplavách spôsobených okolitými vodnými tokmi a dielami, budú ovplyvnené cestné komunikácie v povodí rieky Váh a bude potrebné riadiť sa a prijímať opatrenia na základe rozhodnutí štátnej správy a miestnych samospráv. Je predpoklad, že mesto Piešťany bude vysídlené a príslušné cestné komunikácie v okolí obcí Žilkovce, Leopoldov, Hlohovec, Červeník, Madunice a Drahovce budú nepoužiteľné. Dostupnosť lokality JE Bohunice zo smeru Jaslovské Bohunice – Trnava, Malženice – Trnava a V. Kostol'any – Vrbové bude však bez obmedzení.

Pre obnovenie dodávky surovej vody bude potrebné dopraviť personál na obsluhu alebo kontrolu a prípadné opravy zariadení na sacom objekte v Drahovciach a ČS Pečeňady. Zdroje a komodity potrebné pre zabezpečenie životných funkcií personálu a prevádzky SKK budú poskytované po komunikáciách cez oblasti nad zaplaveným územím. Rozvod pitnej vody zostane funkčný.

Prístupové cesty do lokality Mochovce nie sú ohrozené veľkými záplavami a nemal by byť žiadny problém s prístupom do areálu.

V zložitejších prípadoch budú zdroje, komodity a pomoc potrebná pre zabezpečenie životných funkcií personálu a prevádzky SKK, vrátane pitnej vody poskytované v prípade zemetrasenia spôsobom popísaným pre obe lokality v kapitole 2.

2.2.1.3 Súlad elektrární so súčasne platnou licenčnou základňou

2.2.1.3.1 Procesy držiteľa licencie, 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 prevádzkyschopnom stave

Externé záplavy neboli v pôvodnom projekte JE V-2 Bohunice a EMO1,2 postulované. Do projektu elektrárne MO3,4 boli zapracované, a teda aj primerane zohľadnené, externé záplavy. Ako bolo vysvetlené vyššie, stavebné objekty elektrárne obsahujúce systémy a komponenty dôležité pre bezpečnosť, sú primerane chránené aj proti novej konzervatívnej predpokladanej úrovni možných vonkajších záplav. Administratívny predpisy a postupy na zaistenie dostupnosti systémov a komponentov potrebných pre riadenie záplavových scenárov sú k dispozícii a budú sa naďalej zlepšovať.

2.2.1.3.2 Procesy držiteľa licencie, ktoré zabezpečujú, že mobilné zariadenia a zásoby, ktoré majú byť podľa plánu k dispozícii pri záplavách, sú trvale udržiavané v stave pohotovosti

V oboch elektrárnach je k dispozícii niekoľko čerpadiel pre ZHÚ a plánuje sa nákup ďalších. Napríklad, existujúce zariadenia v Bohuniciach zahŕňajú:

- 1 ks plávajúce čerpadlo FROGGY s výkonom 800 l/min, vlastný benzínový motor,
- 1 ks plávajúce čerpadlo SAW 200 s výkonom 800 l/min, vlastný benzínový motor,
- 4 ks ponorné elektrické čerpadlá MAST T 12 (výkon jedného čerpadla 1200 l/min.), 380V,
- 1 ks ponorné čerpadlo SIGMA KDFU 80 výkon 800 l/min, 380V.

Prevádzkyschopnosť čerpadiel bola otestovaná počas špeciálnych skúšok po havárii v JE Fukušima.

JE V-2 Bohunice, ako aj EMO1,2 majú vypracované programy pravidelnej údržby /kontrol mobilných zariadení, ktoré sa plánujú použiť počas záplavových scenárov; podobné budú vypracované aj v elektrárni MO3,4 pred jej uvedením do prevádzky. Údržba čerpadiel je zabezpečovaná podľa príslušnej technickej dokumentácie.

2.2.1.3.3 Možné odchýlky od princípu pre udelenie licencie a činnosti na stanovenie týchto odchýlok

Elektrárne sú v súlade s pôvodnou projektovou základňou pre udelenie licencie a boli zrealizované činnosti na posilnenie ich úrovne ochrany, aby boli schopné zvládnuť novo definované externé ohrozenia záplavami. Na základe nových meteorologických údajov, ktoré sú už k dispozícii pre Mochovce a vypracovávajú sa pre Bohunice by bolo vhodné prehodnotiť pôvodnú projektovú základňu.

2.2.2 Hodnotenie bezpečnostných rezerv

2.2.2.1 Odhad bezpečnostných rezerv voči záplavám

Ako potenciálny zdroj záplav na Slovensku je možné považovať len extrémne zrážky.

V bezpečnostnej správe pre EMO1,2 sa uvádza, že v prípade silného dažďa s dobou návratnosti 10 000 rokov a 300-minútovým trvaním, ak sa predpokladá úplné zablokovanie kanalizačného systému a žiadny zásah personálu na jeho odstránenie, môže maximálna výška vody okolo stavebných objektov dosiahnuť maximálnu výšku 74 mm. Táto hodnota bola prijatá ako veľmi konzervatívna aj pre MO3,4. Hodnota je takmer 3-krát vyššia ako veľmi konzervatívny odhad úrovne záplav, nakoľko voda by mohla mať vplyv na bezpečnostné systémy len ak jej hladina presiahne 20 cm.

V Bohuniciach je ochrana nižšia ako v Mochovciach, ale s prihliadnutím na prijaté dočasné opatrenia (trvalá pasívna ochrana je v procese prípravy), sú rezervy tak isto postačujúce a schopné chrániť dôležité systémy, konštrukcie a komponenty elektrárne voči extrémnemu dažďu s dobou návratnosti 10 000 rokov.

Je potrebné znovu podčiarknuť, že predchádzajúci popis zodpovedá kombinácii extrémnych zrážok, zlyhaniu systému dažďovej kanalizácie a neprijatiu žiadnych nápravných opatrení personálom, hlavne utesnenie otvorov vo dverách a bránach. Okrem toho, záplavy vyplývajúce z extrémneho počasia majú obmedzené trvanie.

2.2.2.2 Opatrenia, s ktorými je možné počítať na zvýšenie odolnosti elektrární voči záplavám

Napriek mimoriadne nízkej pravdepodobnosti zaplavenia areálu a už dostupným opatreniam sa zvažujú nasledovné dodatočné opatrenia na zvýšenie úrovne bezpečnosti elektrární:

- Finalizovať novú meteorologickú štúdiu pre lokalitu Bohunice, vrátane odporúčaných extrémnych hodnôt meteorologických parametrov, ktoré je potrebné použiť na hodnotenie bezpečnosti a určenie maximálneho možného zaplavenia areálu v dôsledku extrémnych zrážok;
- Aktualizovať Predprevádzkové bezpečnostné správy tak pre JE V-2 Bohunice, ako aj pre EMO1,2 pre vnútorné a vonkajšie riziká s prihliadnutím na aktualizované meteorologické údaje, zlepšenia elektrárne a súčasnú metodológiu;
- Aktualizovať postupy na udržiavanie prevádzkyschopnosti dažďovej, priemyselnej a splaškovej kanalizácie;
- Aktualizovať postupy na obnovenie prevádzky dotknutých systémov a komponentov elektrárne po vnútornej záplave, vrátane činností prevádzkového personálu a požiarnikov;
- Zakúpiť ručné prenosné ponorné čerpadlá s možnosťou pripojenia požiarnych hadíc;
- Zakúpiť prenosné benzínové/naftové čerpadlo
- Inštalovať trvalé opatrenia proti prenikaniu vody do bezpečnostne dôležitých budov v prípade záplav v lokalite Bohunice;

2.3 Extrémne poveternostné podmienky

2.3.1 Základná projektová hodnota

2.3.1.1 Prehodnotenie poveternostných podmienok uvažovaných v projekte

2.3.1.1.1 Overenie poveternostných podmienok, ktoré boli uvažované v projekte rozličných SKK: maximálna teplota, minimálna teplota, rozličné druhy búrok, lejak, veterné smršte a pod.

Táto časť správy sa zaoberá poveternostnými podmienkami použitými pre projektovú základňu: extrémny vietor, extrémne teploty a vlhkosť, extrémne množstvo snehu, extrémne mrazy a námraza a ich kombinácie. Extrémne zrážky, búrky a záplavy boli prediskutované v predchádzajúcej kapitole 2.2 správy.

Informácie o poveternostných podmienkach v lokalitách jadrových elektrární Bohunice a Mochovce sú zhrnuté v projektovej dokumentácii, bezpečnostných správach a ich podpornej dokumentácii. Prehľad poveternostných podmienok je uvedený v správach zo záťažových testov jednotlivých elektrární. Predložené informácie sú spracovávané v kontexte dokumentácie MAAE, ktoré stanovujú požiadavky, podmienky a postupy pre dosiahnutie súladu s bezpečnostnými kritériami. Zhrnutie využíva:

- Meteorologické údaje z vonkajších zdrojov, t. j. údaje z meteorologických staníc zberané za dlhé časové obdobie za podmienok stanovených Svetovou meteorologickou organizáciou (WMO);
- Údaje z vnútorného meteorologického programu implementovaného za účelom merania špecifických údajov a rozptylu rádioaktívnych látok vo vzduchu a vo vode.

Vnútorné meteorologické údaje pre lokalitu Bohunice sú k dispozícii od roku 1961 a pre lokalitu Mochovce od roku 1981. Vonkajšie meteorologické údaje sa zaznamenávajú a uchovávajú v databázach Slovenského hydrometeorologického ústavu (v ďalšom „SHMÚ“) a ostatných príslušných dokumentoch.

Na základe vnútorných a vonkajších meraní meteorologických staníc bola ako absolútna maximálna teplota klimatického normálu pre Bohunice zobrať hodnota (38 °C). Absolútna maximálna teplota vzduchu 38 °C bola dosiahnutá dňa 18. júla 2007. Absolútna minimálna teplota vzduchu -26,1 °C bola dosiahnutá dňa 13. januára 1987 a nie je ďaleko od absolútneho teplotného minima klimatického normálu pre Bohunice (-30 °C).

Údaje z meteorologických pozorovaní pre obdobie začínajúce 80. rokmi až po súčasnosť sú v globálnej, ale aj miestnej klíme charakterizované zvyšujúcou sa dynamikou jej zohrievania. Tieto zmeny sú sprevádzané menšími alebo väčšími prípadmi extrémnych zmien klimatických vlastností meteorologického fenoménu.

Podľa výsledkov Medzinárodného výboru pre klimatické zmeny je možné v časovom období niekoľkých dekád očakávať v regióne strednej Európy podstatné znaky klimatických zmien. Z pohľadu očakávanej životnosti jadrových elektrární na Slovensku inštitúcia prijala nevyhnutné opatrenia na pokračovanie meteorologických meraní a vyhodnocovanie údajov prijatých z lokalít jadrových elektrární. Tieto údaje budú využívané v blízkej budúcnosti na hodnotenie a predikciu následkov klimatických zmien na prevádzku JE a prípadné budúce preskúmanie meteorologických a hydrologických vlastností lokalít.

SHMÚ vypracoval v roku 2011 štúdiu pre JE Mochovce, ktorá sa zaoberá celkovými klimatologickým hodnotením lokality Mochovce, ako aj hodnotením meteorologických premenných (extrémne zrážky, extrémne množstvo snehu, extrémny vietor, extrémna vlhkosť a teplota vzduchu, extrémne mrazy a námraza a minimálne a maximálne prietoky v neďalekých veľkých riekach). Štúdiá bola spracovaná v zmysle postupov pre hodnotenie extrémov a klimatologických postupov podľa odporúčaní MAAE. Výsledky štúdie boli využité aj pre prehodnotenie poveternostných podmienok použitých pre projektovú základňu.

Podobná meteorologická štúdiá ako bola vypracovaná pre Mochovce, sa pripravuje aj pre Bohunice za účelom aktualizácie pôvodných projektových hodnôt a bude ukončená v januári 2012.

Po poslednej verifikácii a ukončení sa vykoná aktualizácia poveternostných podmienok použitých pre súčasnú projektovú základňu JE Bohunice a Mochovce. Špecifikácie sú uvedené v projektovej dokumentácii, bezpečnostných správach a referenčných dokumentoch.

2.3.1.1.2 Postulovanie vhodných špecifikácií pre extrémne poveternostné podmienky, pokiaľ neboli zahrnuté v pôvodnej projektovej základni

Hurikány a tornáda boli pôvodne vylúčené pre lokalitu Bohunice a Mochovce, a preto neboli do projektu zahrnuté. Na základe súčasných meteorologických štúdií by sa však tornáda mali brať do úvahy. Aktualizovaná analýza ohrozenia ukazuje, že jedinými vierohodnými rotujúcimi vetrami pre lokalitu Bohunice a Mochovce sú tie, ktoré sú spojené s tornádami kategórie F0 a F1 stupnice Fujita. V súčasnosti sa tornáda pridávajú do aktualizovaného projektu elektrárne a vykonáva sa ich hodnotenie.

2.3.1.1.3 Posúdenie očakávanej frekvencie pôvodne postulovaných alebo predefinovaných podmienok základnej projektovej hodnoty

Hodnotenie a špecifikácia extrémnych poveternostných podmienok pre lokalitu Bohunice a Mochovce sú obsiahnuté v projektovej dokumentácii, bezpečnostných správach, štúdiách a ich referenčnej podpornej dokumentácii. Prehľad výsledkov hodnotení je v správach inštitúcie.

V dôsledku blízkosti lokalít Bohunice a Mochovce (80 km) a podobných klimatických podmienok sa predpokladá, že očakávané intenzity a frekvencie extrémnych poveternostných podmienok budú rovnaké (teplota a vlhkosť, množstvo snehu, námraza, vietor, atď. a ich kombinácie).

Charakteristiky niektorých meteorologických premenných sú uvedené v nasledovnej tabuľke. Zhrnutie meteorologických premenných relevantných pre lokalitu a ich vlastností vrátane frekvencií je možné nájsť v bezpečnostných správach elektrární a v ich referenčnej dokumentácii. Úplné informácie sú dané v zdrojovom dokumente „Súhrnná správa Slovenského hydrometeorologického ústavu pre lokalitu Mochovce, 2011“.

Vlastnosti meteorologických premenných - teploty

Meteorologická premenná	Pravdepodobnosť spätosti s		
	JEDNOTKA	100 rokov	10 000 rokov
Absolútne maximum ročnej teploty vzduchu	°C	+38.7	+43.2
Absolútne minimum ročnej teploty vzduchu	°C	-31.5	-47.4
Maximálna teplota trvajúca 6 hodín	°C	+37.5	+41.6
Minimálna teplota trvajúca 6 hodín	°C	-23.0	-33.7
Maximálna teplota trvajúca 7 dní	°C	+29.0	+33.5
Minimálna teplota trvajúca 7 dní	°C	-17.2	-27.3

Meteorologická premenná	Doba návratnosti		
	JEDNOTKA	100 rokov	10 000 rokov
Maximálne množstvo snehu	cm	81	123

Zhrnutie rozsahu hodnotenia, intenzít a frekvencií pôvodne postulovaných alebo predefinovaných poveternostných podmienok základnej projektovej hodnoty je uvedené v správach zo záťažových testov. Hodnotenie zahŕňalo aj porovnanie súčasnej základnej projektovej hodnoty pre extrémne poveternostné podmienky s odporúčaniami MAAE, požiadavkami Európskych inštitúcií (ďalej „EUR“) a príslušnými normami STN EN.

Vo všeobecnosti, špecifikácie extrémnych poveternostných podmienok pre lokalitu Mochovce sú v súlade s odporúčaniami MAAE, požiadavkami Európskych inštitúcií a príslušnými normami STN EN. Ako však bolo spomenuté vyššie, JE Bohunice musí ukončiť aktualizáciu hodnotenia poveternostných podmienok lokality, ktoré je už takmer hotové, a vziať do úvahy najnovšie poznatky o meteorologických podmienkach.

2.3.1.1.4 Posúdenie potenciálnej kombinácie poveternostných podmienok

Základná projektová hodnota uvažuje s najhoršími zaťažovacími spôsobenými nasledovnými kombináciami extrémneho počasia na bezpečnosť oboch jadrových elektrární - Bohunice i Mochovce:

- Vietor/sneh a námraza; a
- Vysoké teploty a dlhodobý deficit zrážok;

Pre hodnotenie zaťaženia kombináciou vietor/sneh a námraza sú v projekte a hodnotení bezpečnosti elektrárne použité hodnoty pre elektrické zariadenia vychádzajúce z normy STN EN 1991. Pre dobu návratnosti 100 rokov sa uvažovalo s rýchlosťou vetra 27,2 m/s a hrúbkou námrazy 29 cm; pre dobu návratnosti 10 000 rokov sa uvažovalo s rýchlosťou vetra 38,7 m/s a hrúbkou námrazy 38 cm.

Charakteristickou vlastnosťou extrémneho sucha z pohľadu jeho dôsledkov pre jadrovú elektrárňu je to, že extrémne sucho nie je dynamickou zmenou, ale dlhodobý progresívny proces, ktorý poskytuje dostatok času na prijatie špecifických bezpečnostných opatrení do budúcnosti. To znamená, že uvažované extrémne sucho by nemalo ohroziť bezpečnosť elektrární. Situácia so stratou prívodu vody je riešená v prevádzkových postupoch elektrárne.

2.3.1.1.5 Záver o vhodnosti ochrany proti extrémnym poveternostným podmienkam

Ochrana jadrových elektrární proti extrémnym poveternostným podmienkam je popísaná v dokumentácii závodu a správach inštitúcie. Pre projekt jadrových elektrární Bohunice a Mochovce sa uplatňuje koncept ochrany do hĺbky. Ten pozostáva z viacerých fyzických bariér a nastavených úrovní ochrany. Bezpečnostné systémy sú vo všeobecnosti projektované ako redundantné, nezávislé, diverzné a fyzicky oddelené. Okrem projektových vlastností majú elektrárne aj kvalifikovaný personál, prevádzkové predpisy a opatrenia na zabránenie, riadenie a zmiernenie následkov udalostí, ak k nim dôjde.

Inštitúcia hodnotila poveternostné podmienky použité ako základnú projektovú hodnotu. Do úvahy boli zobrazené všetky poveternostné podmienky a ich kombinácie dôležité pre lokality Bohunice a Mochovce. Hodnotenie vychádza z predpisov a smerníc uvedených v príslušných dokumentoch MAAE. Využíva vnútorné, ako aj vonkajšie údaje zo štandardných meteorologických meraní a pozorovaní, spracovanie údajov, extrapolácie, prognózu, odborné posudky a závery.

Postulované externé udalosti a ich charakteristiky spôsobené extrémnymi meteorologickými podmienkami sú považované za kompletne a špecifikované v súlade s medzinárodnou praxou. Pôvodne postulované udalosti boli rozšírené o tornáda. Hodnotený meteorologický fenomén a ich kombinácie zahŕňajú extrémne teploty a vlhkosť, sucho, sneh a námrazu, priamy a rotujúci vietor. Špecifikácie udalostí sa hodnotia až pre dobu návratnosti 10 000 rokov.

Hodnotenia a skúsenosti získané počas prevádzky JE Bohunice pri maximálnych/minimálnych hodnotách teplôt takmer na úrovni ich 100-ročných extrémnych hodnôt preukázali odolnosť a stabilitu prevádzky elektrárne Bohunice počas skutočných poveternostných extrémov, čo sa tiež očakáva pre jadrové elektrárne Mochovce v dôsledku veľkej podobnosti projektu.

Ochrana elektrární voči extrémnemu počasiu sa považuje za primeranú. Poskytnuté dôkazy ukazujú, že uvažované extrémne poveternostné podmienky by nemali ohroziť bezpečnosť jadrovej elektrárne Mochovce a jadrovej elektrárne Bohunice.

Výsledky analýz a hodnotenia bezpečnostných rezerv, ako aj opatrenia, s ktorými je možné uvažovať pre zvýšenie odolnosti elektrární a/alebo preukázanie ich bezpečnosti voči extrémnym poveternostným podmienkam sú zhrnuté v nasledovnej kapitole tejto správy.

2.3.2 Hodnotenie bezpečnostných rezerv

2.3.2.1 Zhodnotenie bezpečnostných rezerv pri vzniku extrémnych poveternostných podmienok

2.3.2.1.1 Analýza potenciálneho dopadu rozličných extrémnych poveternostných podmienok na spoľahlivú prevádzku bezpečnostných systémov, ktoré sú nevyhnutné na prenos tepla z reaktora a bazénu vyhoreteho paliva do konečného recipientu (UHS)

Analýzy možných dopadov rozličných extrémnych poveternostných podmienok na bezpečnosť elektrárne a spoľahlivú prevádzku bezpečnostných systémov sú zdokumentované v podporných dokumentoch uvádzaných v projektovej dokumentácii, bezpečnostných správach a v dokumentácii vypracovanej v rámci hodnotenia bezpečnosti a programov zvyšovania bezpečnosti elektrární. Rozsah analýz, ich hĺbka a kvalita s ohľadom na súčasné požiadavky na analýzy bezpečnosti sa líši závoz od závodu. Komplexnejšie analýzy a dôkazy reakcie elektrárne na extrémne poveternostné podmienky sú vypracované pre jadrovú elektrárň MO3,4, ktorá je vo výstavbe. Bola hodnotená aj schopnosť logistických opatrení, dopravy zdrojov a prepojení

potrebných na zaistenie potrieb personálu. Výsledky analýza a hodnotení sú zhrnuté v špecifickej správe inštitúcie.

Hodnotenie dopadov extrémnych meteorologických podmienok nadprojektových havárií na bezpečnostne dôležité systémy, konštrukcie a komponenty jadrových elektrární JE V-2 Bohunice a EMO1,2 naráža na nedostatok informácií v súčasnej dokumentácii elektrární. Z tohto dôvodu boli chýbajúce informácie pre analýzy záťažových testov zobrať konzervatívne z novo vypracovávanej dokumentácie pre elektrárň MO3,4. Považujú sa za akceptovateľné z dôvodu podobného projektu, vlastností lokality a podobných prevádzkových predpisov.

Tam, kde v dokumentácii elektrárne chýbajú informácie o odolnosti bezpečnostných systémov, konštrukcií a komponentov voči nadprojektovým poveternostným podmienkam, bol použitý technický odhad pre ohodnotenie reakcie elektrárne.

Výsledky analýz a hodnotení vyzdvihujú pozitívny vplyv zmien pôvodného projektu na zvýšenie odolnosti elektrárne Bohunice a Mochovce proti extrémnym poveternostným podmienkam a možnosť kompenzácie negatívnych účinkov extrémnych poveternostných podmienok na technologické zariadenia (napríklad, seizmické vylepšenie zvyšuje odolnosť budov proti zaťaženiu extrémnym vetrom a snehom). Sú ukázané dostatočné časové rezervy na prijatie opatrení v extrémnych poveternostných situáciách.

Niektoré analýzy, hodnotenia, použité podmienky, uvažované následné zlyhania zariadení alebo činnosti personálu elektrárne však vyžaduje dodatočné spresnenie a dodatočné dôkazy, aby sa plne potvrdila správnosť záverov vychádzajúcich z nich s ohľadom na bezpečnosť elektrární. Závěry preskúmania ukazujú, že je potrebné:

- Vykonať aktualizáciu bezpečnostnej správy JE Bohunice a jej referenčných podporných dokumentov zaoberajúcich sa vonkajšími ohrozeniami tak, aby bola v súlade s medzinárodnými požiadavkami a najnovšími poznatkami o meteorologických podmienkach;
- Vykonať podrobné hodnotenie dopadu extrémnych meteorologických podmienok (teplota a kombinácia vetra/námrazy) na zraniteľnosť VN vedení v lokalitách Bohunice a Mochovce;
- Prehodnotiť všetky strešné konštrukcie JE Bohunice porovnaním s kódom EUR a prijať opatrenia vyplývajúce zo záverov hodnotenia;

2.3.2.1.2 Odhad rozdielu medzi podmienkami projektovej základne a hraničnými hodnotami typu cliff edge, t. j. hraničnými hodnotami, ktoré by mohli vážne ohroziť spoľahlivosť prenosu tepla

Hodnotenie bezpečnostných hraníc proti extrémnym poveternostným podmienkam bolo vykonané pre trasy bezpečného odstavenia:

- Rezerva proti zaťaženiu priamym vetrom, snehom a námrazou pre budovy a konštrukcie obsahujúce komponenty trás bezpečného odstavenia;
- Rezerva proti teplotám pre technologické zariadenia tvoriace súčasť trás bezpečného odstavenia, t. j. zariadenia dôležité pre bezpečnosť, ktorých funkčnosť je potrebné udržiavať počas externej udalosti alebo komponenty, ktorých strata funkčnosti, Aj keď je akceptovateľná, by mohla ohroziť komponenty, ktorých funkčnosť je potrebné zachovať (komponenty trás bezpečného odstavenia umiestnené vonku alebo špecifické vzduchotechnické systémy).

Podrobné informácie o kvantitatívnom a kvalitatívnom hodnotení bezpečnostných rezerv pre extrémne poveternostné podmienky a ich kombinácie sú uvedené v dokumentácii jadrovej elektrárne a špecifickej správe inštitúcie. V nasledujúcom texte je uvedený prehľad zovšeobecnených hlavných výsledkov.

Rýchlosť priameho vetra ekvivalentná tornádu (kategórie F1 stupnice Fujita je 50 m/s) je nižšia ako rýchlosť vetra určená pre extrémne zaťaženie vetrom (pozri nasledujúcu tabuľku). To

znamená, že budovy trás bezpečného odstavenia boli úspešne ohodnotené pre zaťaženie vetrom rovnajúce sa 1,2-násobku zaťaženia tornádom kategórie F1.

Vlastnosti meteorologických premenných - vietor

Meteorologická premenná	Pravdepodobnosť spätosti s		
	JEDNOTKA	100 rokov	10 000 rokov
Extrémna rýchlosť vetra po dobu 10 minút vo výške 10 m nad meraným povrchom	m/s	27.2	38.7
Maximálny dopad vetra vo výške 10 m nad meraným povrchom	m/s	40.0	53.9

Bezpečnostná rezerva jadrových elektrární pre zaťaženie snehom bola uvažovaná ako vzťah medzi zaťažením snehom uvažovaným pre hodnotenie elektrárne v rámci revízie projektovej základne ($1,40 \text{ kN/m}^2$) a projektovou hodnotou ($1,17 \text{ kN/m}^2$) na základe normy STN EN 1991. Takže, hodnotenie (JE Mochovce) ukazuje, že odolnosť budov seizmickej kategórie 1 a 2 proti zaťaženiu snehom je približne 1,2-krát vyššia ako projektové zaťaženia.

Bezpečnostné rezervy pre extrémne teploty

	Ohrozenie, °C (doba návratnosti = 10 000 rokov)	Základná projektová hodnota, °C	Rezerva, °C
Maximálna teplota trvajúca 6 hodín	+41.6	+43.8	2.2
Minimálna teplota trvajúca 6 hodín	-33.7	-44.2	8.5
Maximálna teplota trvajúca 7 dní	+33.5	+38.0	4.5
Minimálna teplota trvajúca 7 dní	-27.3	-30.0	2.7

Bezpečnostné rezervy medzi hodnotami ohrozenia a projektovými hodnotami extrémnych teplôt sú uvedené v predchádzajúcej tabuľke. Hodnotenie bolo vykonané pre ohrozenia s odhadovanou dobou návratnosti 10 000 rokov. Projekt príslušných zariadení trás pre bezpečné odstavenie bol realizovaný s prihliadnutím na stabilné podmienky vonkajšej teploty, a nie krátkodobé prechodové stavy.

2.3.2.2 Opatrenia, s ktorými je možné počítať na zvýšenie odolnosti elektrární voči extrémnym poveternostným podmienkam

2.3.2.2.1 Posúdenie opatrení, s ktorými by sa mohlo počítať na zvýšenie odolnosti elektrárne voči extrémnym poveternostným podmienkam a ktoré by zlepšili bezpečnosť elektrárne

Hlavné projektové a stavebné opatrenia a administratívne opatrenia, s ktorými je možné uvažovať pre zvýšenie odolnosti elektrární Bohunice a Mochovce voči extrémnym poveternostným podmienkam (t. j. extrémny vietor, teplota a vlhkosť, množstvo snehu, mráz a námraza a ich kombinácie) zahŕňajú:

- Ukončenie správy Slovenského hydrometeorologického ústavu pre lokalitu Bohunice tak, aby vzala do úvahy najnovšie poznatky o meteorologických podmienkach;
- Aktualizáciu bezpečnostnej správy JE V-2 Bohunice a EMO1,2 a jej referenčných podporných dokumentov zaoberajúcich sa vonkajšími ohrozeniami tak, aby bola v súlade s medzinárodnými požiadavkami a najnovšími poznatkami o meteorologických podmienkach;
- Vykonať podrobné hodnotenie dopadu extrémnych meteorologických podmienok (teplota a kombinácia vetra/námrazy) na zraniteľnosť VN vedení v lokalitách Bohunice a Mochovce;

V správach inštitúcie sú uvedené špecifické návrhy na zmeny prevádzkových postupov elektrárne a odporúčania preventívnych opatrení. Tieto zahŕňajú:

- Zvýšenie frekvencie pochôdzok v stanici DG počas obdobia nízkych teplôt, sneženia a námrazy;
- Navrhnutie a realizácia preventívnych opatrení pre teplotu okolia nižšiu ako je projektová, pre udržanie funkčnosti zariadení so vzťahom k bezpečnosti;

Projekčné a stavebné opatrenia a administratívne opatrenia, s ktorými je možné uvažovať pre zvýšenie odolnosti elektrární Bohunice a Mochovce proti extrémnym zrážkam a záplavám sú zhrnuté v kapitole 2.2 tejto správy.

3 STRATA ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A KONEČNÉHO ODVODU TEPLA

3.1 Strata elektrického napájania

Zásadnou podmienkou bezpečnej prevádzky JE je elektrické napájanie pre elektrické spotrebiče dôležité z pohľadu zabezpečenia JB, na bezpečné odstavenie elektrárne, chladenie AZ, odvod zostatkového výkonu a zachovanie integrity bariér v rámci ochrany do hĺbky. U všetkých blokov existuje niekoľko možností napájania striedavým prúdom.

V prípade JE V-2 Bohunice tieto možnosti zahŕňajú:

1. Jeden zo štyroch generátorov elektrárne v prípade, ak je výkon dodaný do 400 kV siete alebo v prípade úspešného prechodu na vlastnú spotrebu
2. 2 nezávislé vedenia zo 400 kV distribučnej siete – cez linky vyvedenia výkonu do siete elektrárne
3. 2 nezávislé vedenia do rezervných transformátorov bloku (z rozvodne Bošáca 110kV z rozvodne Križovany 220 kV, ak je vývod do siete 400 kV vypnutý)
4. Jeden zo štyroch generátorov elektrárne v prípade úspešného prechodu na vlastnú spotrebu
5. Tri dieselgenerátory pre každý blok – ak nie je k dispozícii ani jeden z vyššie uvedených zdrojov Pripojenie ktoréhokoľvek z trojice DG/blok postačuje na zabezpečenie splnenia bezpečnostných funkcií.
6. V prípade zlyhania štartu všetkých DG alebo ich pripojenia k rozvodniam ZN II. kategórie existuje dodatočná možnosť obnoviť napájanie vlastnej spotreby z hydrocentrály Madunice samostatnou linkou 110kV.
7. Navyše oproti projektovému riešeniu je v súčasnosti ešte možnosť zabezpečiť napájanie JE V-2 Bohunice pomocou havarijného pripojenia jedného z troch 6kV DG s výkonom 2,9MVA zo susednej JE V-1.
8. Okrem toho sa v rámci prebiehajúceho SAM projektu buduje havarijný diverzný 6 kV SAM DG s výkonom 1,2 MW. Tento bude schopný zásobovať spotrebiče aj v prípade straty ostatných zdrojov napájania uvažovaných v projekte.
9. Prepoj na MO3, 4 funguje aj opačne na EMO1,2.

V blokoch EMO1,2 sú možnosti napájania nasledovné:

1. Jeden zo štyroch generátorov elektrárne v prípade, ak je výkon dodaný do 400 kV siete alebo v prípade úspešného prechodu na vlastnú spotrebu
2. 2 nezávislé vedenia zo siete 400 kV rozvodu - cez trasy vyvedenia výkonu bloku do elektrickej siete, keď sú TG odstavené (400 kV linka z rozvodne Veľký Ďur)
3. 2 nezávislé vedenia do rezervných transformátorov (z rozvodne Veľký Ďur 110kV)
4. Diverzný zdroj z vodnej elektrárne Gabčíkovo
5. Dieselgenerátorová stanica 16 x 2MW, umiestnená v 400 kV rozvodni Levice
6. Tri dieselgenerátory pre každý blok – ak nie je k dispozícii ani jeden z vyššie uvedených zdrojov
7. V rámci prebiehajúceho projektu SAM sa inštaluje diverzný 6 kV SAM DG s výkonom 1,2 MW, ktorý bude schopný napájať spotrebiče potrebné na zmiernenie následkov ťažkej havárie.
8. Okrem toho v roku 2011 prebieha obstarávanie dodatočných mobilných DG 0,4kV o výkone 300kW na blok pre dobíjanie akumulátorových batérií v prípade dlhodobého SBO a zlyhania všetkých zdrojov napájania vlastnej spotreby.

Pre bloky MO3,4 budú k dispozícii tie isté možnosti ako pre EMO1,2. Okrem toho bol projekt MO3,4 vylepšený proti projektu EMO1,2 zavedením 400 kV vypínačov na vývode z blokového

transformátora. Okrem toho projekt dvojbloku MO3,4 zahrnuje opatrenia, ktoré využívajú štvorblokovú konfiguráciu a predpokladajú manuálne prepojenie DG príslušnej redundancie medzi dvojblokmi. Po nábehu 3. a 4. bloku do prevádzky sa zvýšia možnosti a stabilita napájania bezpečnostných spotrebičov nielen na 1. a 2. bloku, ale v celej lokalite EMO.

Okrem toho je k dispozícii napájanie jednosmerným prúdom z akumulátorových batérií.

Všetky možnosti sú podrobnejšie popísané v nasledujúcom texte.

3.1.1 Strata externého napájania

Ak po odpojení elektrárne od 400 kV siete nepríde k odstaveniu TG a odpojeniu generátorov od siete vlastnej spotreby, automatiky bloku zabezpečia zregulovanie bloku na chod na vlastnú spotrebu. V tomto režime generátory zabezpečia napájanie vlastnej spotreby bloku. Ak nepríde k zregulovaniu na chod na vlastnú spotrebu, elektrické napájanie bloku sa obnoví z rezervného napájania.

3.1.1.1 Projektové opatrenia berúce do úvahy túto situáciu: Záložné zdroje normálneho napájania striedavým prúdom za predpokladu ich kapacity a pripravenosti na prevádzku, závislosť na funkciách ostatných reaktorov v tej istej lokalite Robustnosť opatrení v spojení so seizmickou udalosťou a záplavou

V prípade zlyhania alebo neschopnosti prechodu bloku do režimu zaisťujúceho napájanie vlastnej spotreby blokom sa napájanie vlastnej spotreby bloku (vrátane napájania sekcií ZN II. kategórie) obnoví zo záložného napájania. Záložné napájanie je z 110 kV/220 kV rozvodní.

3.1.1.2 Autonómia vnútorných zdrojov napájania v elektrárni a opatrenia na predĺženie prevádzky vnútorných zdrojov napájania striedavým prúdom

Rezervné napájanie oboch blokov je nezávislé na pracovnom napájaní a musí byť k dispozícii vo všetkých režimoch bloku. Rezervné napájanie bloku je kapacitne dimenzované tak, že zabezpečí napájanie všetkých spotrebičov bloku potrebných pre prevádzku vo všetkých režimoch. Každý blok JE má vlastnú sieť rezervného napájania, pričom je možné tieto siete vzájomne prepojiť, takže oba bloky môžu využívať okrem vlastného rezervného napájania aj rezervné napájanie susedného bloku. Neexistujú žiadne časové obmedzenia pre prevádzku bloku s napájaním z pracovného alebo záložného napájania.

3.1.2 Strata napájania zo siete a strata základných náhradných zdrojov striedavého napájania

Ak nie je k dispozícii rezervné napájanie bloku a príde k odpojeniu elektrárne od 400kV siete a blok nezreguluje na vlastnú spotrebu (alebo zlyhá prechod na rezervné napájanie bloku), nie je možné napájať vlastnú spotrebu bloku z pracovného ani rezervného napájania. V tomto prípade sa napájanie vlastnej spotreby bloku obnovuje automaticky v minimálnej konfigurácii potrebnej pre zabezpečenie základných bezpečnostných funkcií zo zaisteného napájania II. kategórie – troch dieselgenerátorov/blok, predstavujúcich 3 x 100 % redundanciu. V tejto situácii blok automaticky prejde do režimu 3.

3.1.2.1 Projektové opatrenia berúce do úvahy túto situáciu: rôzne inštalované zdroje striedavého napájania a/alebo prostriedky na včasné zabezpečenie ďalších zdrojov striedavého napájania, kapacita a pripravenosť na ich uvedenie do prevádzky. Robustnosť opatrení v spojení so seizmickými udalosťami a záplavami

Systémy zaisteného napájania (dieselgenerátory s príslušnými sekciami) sú projektované ako nezávislé, pričom každý z nich je schopný zaistiť napájanie dôležitých spotrebičov v ktoromkoľvek režime bloku, t. j. je k dispozícii 3 x 100 % zálohovanie.

Systémy zaisteného napájania II. kategórie sú plne autonómne, vrátane automatického štartu DG, pripojenia na sekciu 6kV ZN II. kategórie, zaťaženia a prevádzky. Každý DG má zásobu paliva vo vlastnej nádrži 110 m³. Počas záťažových testov sa merala spotreba DG so záťažou 1,6MW. Zo získaných údajov vyplýva, že pri uvažovanej záťaži s využitím celej zásoby nafty v nádrži, by DG mohol zostať v prevádzke po dobu 220 – 240 hodín.

V prípade potreby projektové riešenie núdzových zdrojov umožňuje predĺžiť ich prevádzku striedaním (vypínaním a ponechaním v prevádzke jedného resp. dvoch systémov).

V režimoch 1,2,3,4 musia byť prevádzkyschopné všetky tri systémy zaisteného napájania II. kategórie vrátane núdzových zdrojov. V režimoch 5, 6 a 7 musia byť prevádzkyschopné najmenej dva systémy zaisteného napájania II. kategórie vrátane núdzových zdrojov.

3.1.2.2 Kapacita batérií, trvanie a možnosti ich dobíjania

V uvažovanom prevádzkovom režime sú batérie trvalo dobíjané zo zdroja ZN II. kategórie (DG) a ich kapacita sa preto udržiava na nominálnej hodnote.

3.1.3 Strata napájania zo siete a strata základného náhradného zdroja striedavého napájania, strata diverzných zdrojov záložného striedavého napájania

Pri strate napájania zo siete a nezregulovaní bloku na vlastnú spotrebu môže dôjsť k úplnej strate napájania vlastnej spotreby (black-out), spojenej so stratou rezervného napájania a nenabehnúť všetkých troch DG alebo ich pripojenia ku 6 kV sekciam zaisteného napájania II. kategórie.

JE V-2 Bohunice má pre prípady zlyhania ZN II. kategórie k dispozícii náhradný zdroj, ktorým je tzv. III. sieťový prípoj (vonkajší autonómny zdroj). Tento zdroj zabezpečí zásobovanie elektrickou energiou dvoch bezpečnostných systémov (jeden na každom bloku, celkový výkon 5MW). III. sieťový prípoj sa skladá z troch častí: vodnej elektrárne Madunice, spojovacieho vedenia a rozvodní v JE. Tento zdroj je schopný do 30 minút obnoviť zásobovanie jednej sekcie ZN II. kategórie na každom bloku. Sekcie ZN II. kategórie je možné tiež napájať z DG z JE V-1 cez rozvodne III. sieťového prípoja.

Elektrárňou Mochovce má pre prípady zlyhania zdrojov ZN II. kategórie k dispozícii náhradný zdroj, ktorým je tzv. III. sieťový prípoj (vonkajší autonómny zdroj) buď z VE Gabčíkovo, alebo z DG (16 x 2 MW) v rozvodni 400kV Levice.

V prípade úplnej straty napájania vlastnej spotreby (black-out) zostane v prevádzke iba podmnožina spotrebičov najvyššej priority zabezpečujúca obmedzený súbor funkcií zameraných prednostne na monitorovanie stavu bloku a bezpečné odstavenie zariadení. Tieto spotrebiče sú napájané z troch systémov zaisteného napájania I. kategórie. Zdrojom napájania týchto spotrebičov sú akumulátorové batérie.

Závažným následkom udalosti SBO je možná strata integrity upchávok HCČ v dôsledku výpadku ich chladenia. V prípade SBO nebude zabezpečené chladenie upchávok HCČ v dôsledku straty

prietoku upchávkovvej vody HCČ a straty prietoku cez chladiče HCČ, čo v dlhodobom horizonte môže spôsobiť únik chladiva PO cez trasu odvodu z upchávky HCČ. Podľa súčasných dát HCČ nezlyhá do 24h od straty chladenia, pričom dlhšie výpadky chladenia sa neskúmali.

3.1.3.1 Kapacita batérií, trvanie a možnosť ich dobíjania v tejto situácii

Akumulátorové batérie pre JE V-2 Bohunice a EMO1,2 sú naprojektované na 2-hodinovú prevádzku na úrovni 220V; okrem toho, v EMO1,2 sú tiež k dispozícii 24 V batérie naprojektované na 4-hodinovú prevádzku bez zdrojov ZN II. kategórie.

Projektové predpoklady, na základe ktorých sa stanovil tento čas, boli príliš konzervatívne. Na základe údajov zozbieraných počas normálnej prevádzky a analýz kapacity batérií počas skutočných prechodových stavov sa prišlo k záveru, že zostanú prevádzkyschopné minimálne 8 – 10 hodín. Kapacita batérií JE V-2 Bohunice sa merala počas záťažových testov a záver bol, že postačuje až na 11 hodín prevádzky.

Počas blackoutu sa záťaž batérií môže ďalej znížiť pomocou prostriedkov šetriaceho programu v súlade s predpisom ECA-0.0, a preto odhadovanú hodnotu výdrže batérií počas blackoutu možno považovať za konzervatívny odhad. Ďalšou možnosťou je sekvenčné využitie ostatných systémov batérií spojených káblovým spojom s pracujúcim systémom. V EMO1,2 je nainštalovaný systém monitorovania zostatkovej kapacity batérií a podobný systém sa bude inštalovať aj v JE V-2 Bohunice.

3.1.3.2 Opatrenia predpokladané na zriadenie mimoriadneho zdroja striedavého napájania z prenosného alebo špeciálneho externého zdroja

Po vzniku udalosti SBO sa napájanie vlastnej spotreby bloku obnoví zo zdrojov ZN II. kategórie, resp. z pracovného alebo rezervného napájania. Napájanie z alternatívnej siete (III. sieťový prípoj (EBO) alebo rozvodňa Gabčíkovo alebo dieselgenerátory v rozvodni Levice (EMO)) sa využije na stabilizáciu bloku len v prípade zlyhania obnovy napájania z hlavných zdrojov. Pripojenie týchto zdrojov napájania je popísané v príslušných predpisoch elektrárne.

V prípade dlhodobého SBO, ak sa nepodarilo obnoviť napájanie bloku zo žiadneho z vyššie uvedených zdrojov, sa napájanie najdôležitejších spotrebičov bude môcť obnoviť z mobilného 0,4kV DG (spotrebiče zaisteného napájania I. kat. a vybrané dôležité spotrebiče na zabezpečenie základných bezpečnostných funkcií) u každého bloku. Proces obstarávania týchto mobilných dieselgenerátorov práve prebieha.

3.1.3.3 Kompetentnosť zmenového personálu vykonať potrebné elektrické pripojenia a doba potrebná na tieto činnosti Čas potrebný pre špecialistov na realizáciu prepojení

Zmenový personál je kompetentný a vyškolený na vykonanie príslušných manipulácií na obnovenie napájania z uvažovaných zdrojov napájania. V prípade potreby je možné zainteresovať aj ostatný pohotovostný personál alebo denných špecialistov požadovaných STP. Do výcvikových programov personálu JE sú pravidelne zaradené scenáre s obnovovaním napájania bloku. Počas neštandardných testov v JE V-2 Bohunice v roku 2011 sa odskúšalo obnovenie napájania na sekcii ZN II. kategórie z III. sieťového prípoja a prebehlo do 30 minút od zadania požiadavky.

Obnovenie činnosti zdrojov pracovného, rezervného napájania a ZN II. kategórie je potrebný čas 1,5h. Obnova napájania z alternatívnych sietí – II. sieťového prípoja v JE V-2 Bohunice a rozvodne Gabčíkovo alebo DG v rozvodni Levice v EMO1,2 vyžaduje 1,5, resp. 2 hodiny.

3.1.3.4 Čas k dispozícii pre obnovenie striedavého napájania a obnovenie chladenia aktívnej zóny a bazénu vyhoreného paliva pred vznikom poškodenia paliva:Zváženie rozličných príkladov časového oneskorenia od odstavenia reaktora a stratu normálnych podmienok chladenia AZ (napr. začiatok straty vody z primárneho okruhu)

Kapitola nepredpokladá dovoz vody z externých zdrojov a uvedené časy sú časové rezervy, ktoré umožňujú len interné zásoby napájacej vody a chladiva v objekte elektrárne. V prípade externých podporných zdrojov by časová rezerva bola neobmedzená.

Režimy 1,2,3

Riadenie reaktivity AZ:

Po nastaní situácie SBO sa reaktory odstavujú automaticky a minimálna podkritičnosť 2 % je zaistená podmienkami – jedna HRK zaseknutá v hornej polohe a chladenie PO na 240 °C. Kritický stav môže opätovne nastať až po ochladení PO na 150 °C.

V prípade viacnásobných zlyhaní (napríklad SBO a úniky zo SO), počas ktorých je možné vnesenie kladnej reaktivity v prípade SBO nie sú k dispozícii žiadne čerpadlá pre vstrekovanie koncentrácie kyseliny boritej do PO. Ak by prišlo k poklesu podkritičnosti AZ, je možné dodať chladivo s obsahom kyseliny boritej iba z HA (výtlačný tlak HA pre EBO, MO3,4 je 3,5 MPa, pre EMO1,2 je to 6MPa). Pripravenosť na vstrekovanie z HA pre zaistenie podkritického stavu aktívnej zóny by sa mala znížiť teplota PO tak, aby bolo možné odtlakovať PO a následné vstrekovanie z HA v JE V-2 Bohunice a MO3,4. Toto nie je potrebné v EMO1,2 kvôli vyššiemu tlaku vstrekovania z HA.V EMO1,2 sa tlak v PO pasívne stabilizuje počas 7 hodín na 6 MPa s dostatočnej podchladenou aktívnou zónou pre dlhodobý stav bez potreby dodatočnej zásoby a požiadaviek na zásahy za účelom dochladenia. V prípade SBO len na jednom bloku je možné na vstrekovanie bórného roztoku použiť čerpadlá z druhého bloku. Tieto čerpadlá môžu dodávať bór do PO a zároveň udržiavať inventár (zásobu) v PO, ktorá sa znižuje v dôsledku znižovania objemu chladiva a možných malých únikov z PO. Napájanie bórových čerpadiel bude možné tiež z dieselgenerátorov 0,4kV, ktoré sú v súčasnosti v obstarávaní.

Časová rezerva: Ak sa blok počas SBO sa nevychladí pod približne 240 °C, nepríde k poškodeniu paliva z dôvodu straty podkritičnosti po neobmedzene dlhú dobu. Aj tak bude však potrebné ochladiť PO pod 240 °C po 24 hodinách pre ochranu upchávok HCČ. V tomto prípade by bolo potrebné zvýšiť podkritičnosť aktívnej zóny vstrekaním roztoku bóru.

Odvod tepla z PO

Hlavným závažným následkom udalosti SBO je ohrozenie odvodu tepla z PO, ktoré nastane v dôsledku straty napájacej vody PG, ktorú nie je možné dodávať bez elektrického napájania. V dôsledku prerušenia dodávky napájacej vody PG vedie odvod zostatkového tepla z aktívnej zóny k postupnému znižovaniu chladiva SO. Personál bloku má k dispozícii minimálne 5 hodín do straty odvodu tepla z PO do SO, ak využije iba zásobu vody v PG (cca 300m³). Počas tejto doby je potrebné aktivovať ZHÚ, aby pripravil a pripojil mobilný núdzový VT systém napájacej vody (v súčasnosti dostupný v EMO1,2, v JE V-2 Bohunice prebieha jeho obstarávanie). Pre stabilizáciu hladín v dvoch PG po 5 hodinách od udalosti postačuje prietok 20 m³/hodinu. S prihliadnutím na kapacitu mobilného zdroja – približne 33 m³/h je možné hladinu vo vybratých PG aj zvýšiť. Odvod tepla zo sekundárnej strany je tým zabezpečený na dobu 10 dní. SBO je udalosťou so spoločnou príčinou, ktorá má vplyv na oba bloky, jeden mobilný núdzový zdroj napájacej vody postačuje len pre jeden blok. Po 24 hodinách od udalosti jeden mobilný núdzový zdroj napájacej vody postačuje na odvod rozpadného tepla z oboch blokov.

Časová rezerva: s dostupným mobilným núdzovým zdrojom viac ako 10 dní bez vonkajšej pomoci.

Ak mobilný núdzový zdroj napájacej vody nie je k dispozícii, hladina v PG klesne. Ak teplovýmenná plocha PG stratí svoju účinnosť pre odvod zostatkového tepla z aktívnej zóny, teplota na výstupe z AZ začne rásť spolu s tlakom v PO. Po dosiahnutí otváracieho tlaku OV KO, prípadne PV KO, dochádza postupne k ďalšej strate chladiva PO a k zhoršovaniu chladenia AZ. Zostatkový výkon reaktora sa v tejto fáze odvádza vyparovaním chladiva PO do kontajneru. 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 k poškodeniu paliva.

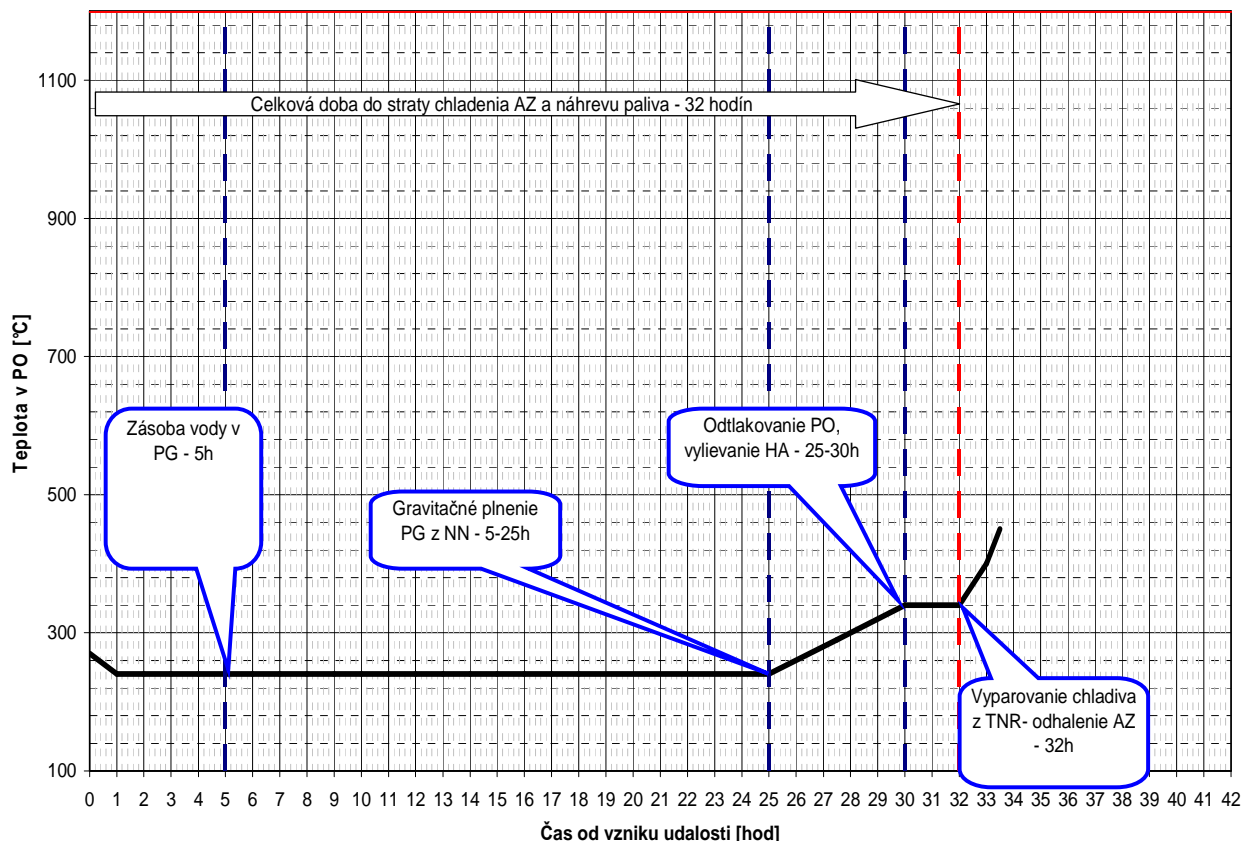
Aby sa zabránilo tomuto scenáru, je možné využiť pasívne gravitačné plnenie PG z NN; je však potrebné vziať do úvahy napätia indukované v zberačoch PG. Gravitačným plnením PG je možné zabezpečiť odvod tepla z PO po dobu 20 h. Po vyprázdnení napájacích nádrží je možné pokračovať v dodávke nízkotlakovej NV do PG na výtlak SHNČ pomocou mobilných čerpadiel umiestnených na korbe hasičských áut hasičského zboru, ktoré sú schopné vyvinúť tlak 1 MPa.

Ak nebolo úspešné zaistenie prietoku napájacej vody požiarnymi čerpadlami, je na chladenie AZ možné použiť chladivo obsiahnuté v HA. Teplota PO bude kontrolovaná uvoľňovaním pary z PO cez OV/PV KO. V optimálnom prípade je objem chladiva v HA (160 m³) schopný zabezpečiť chladenie AZ po dobu 10 h. Konzervatívne sa však predpokladá, že HA pripojené k hornej zmiešavacej komore reaktora nebudú v reálnom prípade úplne využité na chladenie AZ, nakoľko ich objem bude unikať cez OV KO/PV KO bez toho, aby sa zúčastnil chladenia AZ. Reálne preto predpokladáme, že HA zabezpečia chladenie AZ iba po dobu 5 h. Podmienky pre optimálne využitie chladiva z HA sa teda musia vytvoriť ešte počas vyparovania PG (vychladenie PO na teplotu zodpovedajúcu tlaku v HA). Po vyčerpaní HA zabezpečí chladivo v PO chladenie AZ na približne ďalšie 2 hodiny.

K poškodeniu paliva môže dôjsť po viac ako 32 hodinách od iniciačnej udalosti (pozri obr. 11).

Časová rezerva: 32 hodín bez vonkajšej pomoci

Na základe vykonanej analýzy záťažového testu je potrebné pre zabezpečenie dlhodobého spoľahlivého odvodu tepla počas blackoutu modifikovať súčasné usporiadania tak, aby sa zaistila dodávka vysokotlakovej napájacej vody do PG cez kolektor SHN paralelne aj pre druhý blok (obstarať druhé mobilné SH vozidlo).



Obr. 11: Priebeh teploty na výstupe AZ počas SBO

Časová rezerva do poškodenia paliva závisí od scenára:

- so zásobovaním parogenerátorov napájacou vodou z hasičských čerpadiel – bez obmedzenia za predpokladu tesnosti PO,
- bez zásobovania PG napájacou vodou z hasičských čerpadiel s využitím gravitačného plnenia PG – 32 hodín.

Integrita HZ

Počas blackoutu nie je zabezpečený odvod tepla z kontajnementu v dôsledku straty TVD a chladiacich systémov kontajnementu. Na chladenie kontajnementu počas SBO nie je k dispozícii alternatívny systém, a preto teplota v kontajnemente začne rásť. Od vzduchu kontajnementu sa s časovým oneskorením začnú nahrievať aj betónové konštrukcie kontajnementu. Po 8 hodinách od výpadku elektrického napájania teplota vzduchu v kontajnemente dosiahne 100 °C. Po dvoch dňoch je očakávaná teplota v strede steny kontajnementu približne 60°C. Pri tejto teplote nie je ohrozená integrita kontajnementu. Podľa Európskej normy Eurocode 2-1-1 klesne pevnosť betónu pri 127°C o maximálne 6 %. Do poškodenia paliva (32 h od iniciačnej udalosti) teplota v kontajnemente nepresiahne 110 °C a tlak 140 kPa. 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 OV KO do kontajnementu, kam sa okrem tepelných strát PO odvádza aj celý zostatkový výkon AZ, trend nahrevu kontajnementu sa zvýši približne 3-krát, pričom bude rásť aj tlak v kontajnemente. Integrita kontajnementu by mohla byť ohrozená po poškodení paliva a následnom horení vodíka. Tieto procesy sú popísané v kapitole 3.

Časová rezerva:

S dostupnou napájacou vodou a SH mobilným čerpadlom – bez časového obmedzenia

Bez dostupného SH mobilného zdroja NV a bez realizácie opatrení na zachovanie integrity kontajneru – 33 hodín

Zásoba chladiva PO

Počas blackoutu nie je k dispozícii doplňovanie PO. Hladina v kompenzátore objemu sa tiež znižuje v dôsledku znižovania objemu chladiva PO a možným malým únikom z PO. Samotné chladenie na 238 °C zníži objem chladiva v PO o 17 m³. Ak v časovom horizonte 24 h predpokladáme únik z PO 0,5 m³/h, celkovo sa objem PO po 24 hodinách zníži o 30 m³. Zvyšok zásoby chladiva v primárnom okruhu postačuje z hľadiska chladenia aktívnej zóny a odvodu tepla z aktívnej zóny. V časovom horizonte po 24 h po SBO môžu byť úniky z PO ovplyvnené možným únikom cez upchávky HCČ. Ak by k úniku cez upchávky HCČ neprišlo, zásoba chladiva v PO je dostatočná na zabezpečenie odvodu tepla počas ďalších 20 h.

Na doplnenie chladiva do PO v prípade blackoutu je k dispozícii iba chladivo z HA (po odtlakovaní PO) alebo čerpadlami bóru po zrealizovaní navrhnutých modifikácií (pripojenie k dvojbloku alebo využitie určeného 0,4kV DG).

Časová rezerva: Zásoba chladiva v PO postačuje na chladenie paliva na minimálne 24 h. Ďalší priebeh závisí na úniku cez upchávky HCČ; pre tento prípad však v súčasnosti nie sú k dispozícii žiadne údaje. Ak sa prijmú opatrenia na kompenzáciu únikov, čas je neobmedzený.

Monitorovanie stavu bloku

Monitorovanie je možné len v prípade, ak je k dispozícii zaistené napájanie I. kategórie. Podľa hodnôt nameraných počas záťažových testov a uvažovanej kapacity systémov zaisteného napájania I.kategórie vystačia batérie približne na 11 h prevádzky. Podobný odhad pre EMO je 8 - 10 hodín. Po dosiahnutí minimálnej kapacity sa batérie musia vypnúť, pretože po úplnom vybití by sa nenávratne poškodili, čo by významne skomplikovalo stabilizovanie elektrárne po obnovení napájania.

EBO nemá systém monitorovania kapacity batérií, ktorý by umožnil správne zásahy na zníženie odberu a určil stav, pri ktorom je potrebné vypnúť napájanie I. kategórie zaisteného napájania. Tento systém monitorovania bude nainštalovaný v rámci projektu SAM.

Časová rezerva:

- Ak je k dispozícii dobíjanie batérií z 0,4 kV DG – štandardné monitorovanie bloku bude k dispozícii bez časového obmedzenia.
- Ak nie je k dispozícii dobíjanie batérií alebo ak nie sú prijaté opatrenia na zníženie odberu (spotreby) – po 11 hodinách od SBO nebude k dispozícii žiadny štandardný systém monitorovania bloku. Predpisy pre neštandardné monitorovanie stavu bloku sa vypracovávajú (projekt SAM).

Režimy 4,5

Riadenie reaktivity AZ:

V režimoch 4 a 5 sa v PO vytvorí odstavňá koncentrácia kyseliny boritej. Preto je možné závery hodnotenia riadenia reaktivity v AZ pri SBO v režime 3 považovať za hraničný odhad platný aj pre SBO v režimoch 4 a 5.

Odvod tepla z PO

V režimoch 4, 5 bol odvod tepla z PO pred iniciačnou udalosťou v parovodnom alebo vodovodnom režime, alebo vo fáze prechodu na vodovodný režim. V prípade SBO v režimoch 4 a 5 nie je možné pokračovať v odvode tepla z PO vo vodovodnom režime, pretože tento nie je možný bez elektrického napájania. Preto je potrebné prejsť k odvodu tepla zo SO na parovodný systém. To vyžaduje odvodnenie systému odvodu tepla a nahriatie PO na teplotu spôsobujúcu vytváranie pary v PG v objeme postačujúcom na odvod všetkého zostatkového tepla z aktívnej zóny.

Zásoba chladiva v PG v režimoch 4, 5 je vyššia ako v režimoch 1, 2, 3. Zostatkový výkon aktívnej zóny v režimoch 4 a 5 je nižší v dôsledku uplynutia dlhšej doby od odstavenia reaktora, čo predlžuje čas do vyčerpania PG. Z tohto dôvodu je celkový čas, počas ktorého je zaistený odvod tepla z PO dlhší ako v režime 3.

Integrita HZ

V režimoch 4 a 5 je teplota chladiva v PO a konštrukcií PO nižšia ako v režimoch 1, 2 a 3 a tiež zostatkový výkon AZ bude nižší vzhľadom na dlhšiu dobu od odstavenia reaktora. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia odvodu tepla z PO pri SBO v režime 3 za hraničný odhad, ktorý je platný aj pre SBO v režimoch 4 a 5.

Monitorovanie stavu bloku

V režimoch 4 a 5 sa nepredpokladajú vyššie odbery z akumulátorových batérií I. – IV. systému, a preto je možné považovať závery hodnotenia udržateľnosti monitorovania stavu bloku pri SBO v režimoch 1, 2 a 3 za hraničný odhad, ktorý je platný aj pre SBO v režimoch 4 a 5.

Režim 6**Riadenie reaktivity AZ :**

V režime 6 je v PO už vytvorená odstavná koncentrácia kyseliny boritej. Pre riadenie reaktivity je potrebné gravitačne doplniť PO kyselinou boritou z barbotážnej veže v prípade zníženia koncentrácie bóru. 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.

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, nakoľko tento nie je možný bez elektrického napájania. Ak sú v režime 6 v PO otvorené iba odvzdušňovacie ventily, ktoré sa dajú zatvoriť, je pre hodnotenie odvodu tepla z PO pre SBO aplikovateľné hodnotenie pre režimy 4 a 5. Ak je reaktor otvorený, sú k dispozícii nasledovné možnosti:

- Odvod tepla z aktívnej zóny v režime varu AZ, bez akéhokoľvek zásahu operátora, počítačová hladina chladiva 200 mm pod hlavnou deliacou rovinou TNR – časová rezerva do poškodenia paliva: približne 9 hodín
- Odvod tepla z AZ v režime varu v AZ. So zásahom operátora, ale bez vonkajšej podpory. Chladivo sa dopĺňa do PO gravitačným plnením z barbotážnych žľabov. Časová rezerva do poškodenia paliva: približne 4 dni
- odvod tepla z AZ čiastočne varom chladiva v TNR a čiastočne parou z PG. Chladivo sa do PO dopĺňa gravitačným plnením z vodných žľabov a do PG buď z NN alebo požiarými čerpadlami bez vonkajších zdrojov s intervenciou operátora BD - časová rezerva do poškodenia paliva: približne 12 dní

Integrita HZ

V režime 6 je zrušená tlaková hranica kontajnementu a nemôže prísť k ohrozeniu integrity kontajnementu.

Monitorovanie stavu bloku

V režime 6 je odber z batérií nižší ako v režimoch 1, 2 a 3, takže tieto režimy zahŕňajú SBO aj v režime 6.

Bazén vyhoreteho paliva

Po udalosti SBO sú systémy pre odvod zostatkového tepla z BVP do TVD vyradené z prevádzky. Zostatkové teplo z bazéna vyhoreteho paliva je možné odvádzať len alternatívnymi spôsobmi. Tieto spôsoby pozostávajú z akumulácie rozpadného tepla v chladive BVP a v iných objemoch PO alebo v režime varu BVP. Keď sa para z BVP vyparí do reaktorovej sály, chladivo sa do BVP dodáva buď pomocou pasívnych prostriedkov (barbotážne žľaby) alebo pomocou požiarnych čerpadiel.

Riadenie reaktivity v BVP

V BVP je podkritičnosť zabezpečená dvomi nezávislými spôsobmi:

- Geometriou a materiálom skladovacieho roštu
- Koncentráciou kyseliny boritej

Koncepcia BVP neumožňuje vznik kritických podmienok v BVP ani po znížení koncentrácie bóru na nulu za predpokladu, že v BVP nepríde k varu. Počas SBO sú na riadenie reaktivity v BVP k dispozícii iba pasívne metódy - doplňovanie roztoku kyseliny boritej do BVP gravitačným doplňovaním z barbotážnych žľabov. Počas záťažových testov sa merali prietoky zo žľabov a boli dostatočné pre riadenie reaktivity v BVP.

Pre dolnú mrežu BVP EMO1,2 sa potvrdilo, že ak sa aj uvažuje s miestnym znížením podkritičnosti v dôsledku varu, mreža so šesťhrannými absorpčnými trubkami je sama osebe postačujúca na to, aby zabránila vytvoreniu kritickej zostavy. Pri doplňovaní čistého kondenzátu preto neexistuje riziko ohrozenia riadenia reaktivity. Podobné analýzy je potrebné vykonať aj pre JE V-2 Bohunice.

Odvod tepla z BVP

V prípade SBO nie je k dispozícii štandardný odvod tepla z BVP cez systém TVD. Zostatkový výkon vyhoreteho paliva sa akumuluje v chladive a štruktúrach BVP a teplota v BVP začne rásť. V závislosti na zostatkovom výkone paliva v BVP, ktorý sa môže pohybovať od 1,25MW po 5MW a zásoby chladiva v BVP pred udalosťou, sú k dispozícii časové rezervy podľa nasledujúcej tabuľky (údaje pre JE V-2 Bohunice sú bez zásahu operátora).

Po SBO je jedinou možnosťou chladenia BVP pasívne doplňovanie BVP zo 7 barbotážnych žľabov nad hladinou BPV, ktoré zaisťujú chladenie BVP ohrevom chladiva zo žľabov zo 40 °C na 60 °C v časovom horizonte od 4 do 14 hodín v závislosti od zostatkového výkonu vyhoreteho paliva. Po dosiahnutí bodu varu sa chladenie zabezpečuje odparovaním chladiva z BVP. Na udržiavanie potrebnej zásoby chladiva v BSVP je potrebné zabezpečiť jeho doplňovanie z iných zdrojov (hasičské čerpadlá). Potreba doplňovania BVP/blok pri odvode tepla z BVP varom chladiva kolíše od 2 m³/h (výkon 1,25MW) do 8 m³/h (výkon 5MW). Para vznikajúca v BVP sa odvádza do atmosféry.

Časové rezervy do poškodenia paliva v BVP závisia od množstva/zostatkového tepla vyhoreteho paliva a počiatkovej zásoby chladiva. Niektoré kvantitatívne údaje bez zásahov operátora (bez alternatívneho chladenia) sú zrejmé z nasledujúcej tabuľky. Tieto rezervy je možné predĺžiť o 4 – 14 hodín využitím vody zo žľabov.

všetko palivo vyvezené do BVP, hladina v BSVP 21,27 m

Výkon paliva	Hladina	Var v BVP	Vyparenie chladiva nad palivom	Úplné vyparenie chladiva pod palivom a teplota 1 200°C
4,87MW	21,27m	2 h 48 min	+20 h 45min	+6 h 52min

V BVP je iba vyhoreté palivo z minulých kampaní, hladina v BVP 14,46 m

Výkon paliva	Hladina	Var v BVP	Vyparenie chladiva nad palivom	Úplné vyparenie chladiva pod palivom a teplota 1 200°C
1,25MW	14,46m	5 h 14 min	+37 h 33min	+19 h 15 min

V BVP je iba vyhoreté palivo z minulých kampaní, hladina v BVP 21,27 m

Výkon paliva	Hladina	Var v BVP	Vyparenie chladiva nad palivom	Úplné vyparenie chladiva pod palivom a teplota 1 200°C
1,25MW	21,27m	10 h 55 min	+127 h 55 min	+19 h 15 min

Podobný odhad časových rezerv bol vykonaný pre EMO1,2 a JE V-2 Bohunice s prihliadnutím na dva typy chladenia BVP:

- Pasívne gravitačné doplňovanie BVP zo 7 žľabov, umiestnených nad úrovňou BVP +21 m a zvýšenie hladiny zo +14,45m na +21,17m (zohľadňuje sa aj potreba odvodu tepla z AZ);
- Odvodnenie BVP prepadom na +21,22 m do nádrží NT HSCHZ (ak sú prázdne) alebo odvodňovacej nádrže PO a plnenie BVP zo žľabov;

Realizáciou týchto opatrení sa čas do varu zvýši o 5 až 10 hodín.

Ďalší odvod tepla z BVP po vyčerpaní alternatívneho chladenia (5 až 10 h po SBO) a náhrebe BVP na teplotu varu po ďalších 2,6 hodinách pre vyvezenú AZ (hladina na +21,17 m) až 10,7 hodinách pre PK iba v základnom rošte (hladina na +14,46 m) je možné zabezpečiť vyparovaním chladiva. Na udržanie potrebnej zásoby chladiva v BVP je potrebné zabezpečiť jeho doplňovanie z iných zdrojov (barbotážne žľaby gravitačne, hasičské čerpadlá). Potreba doplňovania BVP/blok pri odvode tepla z BVP varom chladiva kolíše od 2 m³/h (výkon 1,25MW) do 8 m³/h (výkon 5 MW). Para vznikajúca v BVP sa odvádza na reaktorovú sálu.

Časové rezervy bez intervencie personálu sú uvedené v nasledovnej tabuľke:

Udalosť SBO	Palivové kazety v oboch roštoch +21,17 m/4,8 MW čas (h)	PK iba v základnom rošte +14,46 m/1,26 MW čas (h)
<i>ZAČIATOK UDALOSTI</i>	0	0
Dosiahnutie medze sýtosti – var v BVP	2,6	10,7
Odhalenie skladovaných PK	23	42,5
Poškodenie PK 1 200 °C	30,5	62

Ak sa používa plnenie BVP hasičskými autami, časová rezerva je neobmedzená.

3.1.4 Závery o vhodnosti ochrany proti strate napájania

Citlivosť voči SBO je adekvátna, projekt umožňuje približne 30-hodinovú rezervu (minimálne) pre zaistenie bezpečnostných funkcií chladenia aktívnej zóny a chladenia bazéna vyhoretého paliva.

3.1.5 Opatrenia, ktoré je možné predpokladať pre zvýšenie odolnosti elektrárne v prípade straty elektrického napájania

Hodnotenie bezpečnostných rezerv projektu JE V213 pri SBO preukázalo schopnosť zabezpečiť ochranu bariér počas pomerne dlhého času, ktorý poskytuje dostatočnú časovú rezervu na vykonanie zásahov riadenia havárií na obnovenie napájania elektrárne. Napriek odolnosti súčasného projektu elektrárne je možné ju zvýšiť pomocou nasledujúcich modifikácií a na základe testov a analýz:

- Zvýšiť odolnosť a spoľahlivosť ZN II. kategórie za hranice projektových udalostí (inštalácia nového 6 kV havarijného SAM DG);
- Zabezpečiť 0,4 kV DG pre každý blok na nabíjanie batérií a zásobovanie vybratých spotrebičov bloku počas SBO;
- Modifikácie systému napájania (aj z 0,4 kV DG) systému čerpadiel bóru za účelom ich možného využitia počas SBO;
- Zabezpečiť technické riešenia a pripraviť kabeláž pre jednoduchšie mechanické prepojenie batérií medzi systémami;
- Zabezpečiť mobilný VT zdroj NN PG dostupný počas SBO s minimálnym prietokom 20 – 25 m³/h pre jeden blok a tlakovou výškou 6 MPa a zaistiť logistiku dodávok pre mobilný zdroj s možným využitím tak pre JE V-2 Bohunice, ako aj MO3,4 (rovnaký typ dýz);
- Optimalizovať núdzové osvetlenie tak, aby sa predĺžila životnosť batérií (rozdelenie do sekcií s možnosťou vypnutia nepotrebných častí, používanie úsporných žiaroviek);
- Získať údaje dokumentujúce správanie sa upchávok HCČ pri dlhodobom výpadku chladenia (viac ako 24 hodín);
- Zabezpečiť systém monitorovania kapacity batérií (pre JE V-2 Bohunice);
- Zabezpečiť mobilné meracie prístroje schopné využívať štandardné meracie snímače (napríklad termočlánky);
- Zabezpečiť napájania odvodňovacích ventilov kontajnementu a izolačných ventilov HA zo systému ZN I. kategórie (EMO);
- Zvážiť možnosť riadenia vybratých ventilov bez ZN I. kategórie pomocou malého prenosného motorového 3-fázového generátora 0,4 kV (max. 7 kW);
- Nainštalovať dve fyzicky oddelené potrubia pre dopĺňanie chladiva do BVP z mobilného zdroja (hasičské čerpadlá) a externý zdroj vody výhradne určený pre SA;
- Zabezpečiť dlhodobú prevádzkyschopnosť komunikačných prostriedkov pre operátorov BD a obslužný zmenový personál;
- Vypracovať prevádzkový postup pre možné využitie DG nainštalovaných v rozvodni Levice pre udalosť SBO (pre EMO).

3.2 Strata schopnosti odvodu rozpadového tepla/konečného recipientu tepla

Primárnym UHS je okolitá atmosféra. Odvod tepla z AZ, BVP a kontajnementu do TVD a CV do primárneho UHS v jednotlivých prevádzkových režimoch je zabezpečený rôznymi systémami: V prípade výpadku TVD sa preruší reťazec systémov zúčastňujúcich sa odvodu tepla z AZ, kontajnementu a BVP do UHS v aspoň jednom režime bloku. Z toho vyplýva, že

prevádzkyschopnosť systému TVD je nevyhnutná pre zabezpečenie súčasného dlhodobého odvodu tepla z AZ, kontajntentu a BVP do UHS (atmosféry) aspoň v jednom režime bloku. Za reprezentatívnu obálkovú udalosť predstavujúcu stratu UHS je preto možné považovať úplnú, okamžitú a dlhodobú stratu prevádzkyschopnosti všetkých 3 okruhov systému TVD, ktorá je konzervatívne pokrytá analýzou udalosti SBO popísanou v kapitole 3.1. Vzhľadom na nízku pravdepodobnosť okamžitého súčasného výpadku všetkých systémov TVD, budeme v nasledujúcej časti posudzovať projektový scenár, ktorý vedie k strate UHS v dôsledku prerušenia dodávky surovej doplňovacej vody.

3.2.1 Projektové opatrenia na ochranu pred stratou primárneho UHS, ako alternatívne prívody morskej vody alebo systémy na ochranu hlavného prívodu vody pred upchatím

Systém TVD je podporným systémom bezpečnostných systémov chladenia AZ. Podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 Z. z. je klasifikovaný do bezpečnostnej triedy 3. TVD plní bezpečnostnú funkciu odvodu tepla z bezpečnostných systémov do primárneho UHS (atmosféra). TVD má zabezpečiť nielen koncový 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 %, v každom systéme sú 2 čerpadlá na blok (2x100 %), a 2 sekcie VCHV (2x100 %). Systém TVD je odolný voči jednoduchej poruche a poruche so spoločnou príčinou (požiar, záplava, seizmické udalosti, interakcie od vysoko energetických potrubí, letiace objekty, pád bremena, environmentálne podmienky a extrémne klimatické podmienky). Časti okruhov TVD sú vzájomne fyzicky separované. 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 prívodných a vratných potrubných trás. Susedný blok je teda schopný 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, čo zvyšuje odolnosť proti niektorým mechanizmom zlyhania so spoločnou príčinou.

Systém TVD nadväzuje na zariadenia mimo areálu JE, ktoré podporujú jeho prevádzkyschopnosť. Z pohľadu prevádzkyschopnosti systému TVD najdôležitejším spomedzi týchto systémov je systém doplňovania surovej vody.

Pre JE V-2 Bohunice je možné surovú vodu dopĺňať z vodnej nádrže Sĺňava a rieky Dudvák. Odbery z VN Sĺňava – Drahovce a VE Madunice sú zásobované z rieky Váh. Do čerpacej stanice Pečeňady sa prídavná voda dopravuje gravitačne štyrmi potrubiami. Z čerpacej stanice Pečeňady sa surová prídavná voda čerpá do JE V-2 Bohunice dvomi potrubiami. Surovú prídavnú vodu je možné do JE V-2 Bohunice dodávať nezávislým potrubným systémom cez JE V-1.

V MO3,4 je systém surovej prídavnej vody naprojektovaný ako prevádzkový systém s dvojitou redundanciou zo vstupného miesta Malé Kozmálovce na rieke Hron.

Zariadenia zabezpečujúce dodávku vody sú chránené pred upchatím prívodu a zamrznutím citlivých častí systému. Vo všeobecnosti je však systém prídavnej vody prevádzkovým systémom, ktorý nebol vylepšený pre nadprojektové externé udalosti vrátane seizmických. Vzhľadom na túto skutočnosť pozostáva ochrana proti strate UHS hlavne z dostatočnej zásoby vody v bazénoch TVD a CHV.

Celková zásoba vody v areáli JE V-2 Bohunice je 42 890 m³ v bazénoch CHV a 1 613 m³ využiteľnej vody v každom z bazénov TVD. V niektorých režimoch je dostupných ďalších 37 510 m³ surovej vody v prírodných potrubíach surovej vody, ktoré je možné pri funkčnej ČS Pečeňady dopraviť do JE. V Mochovciach je celková zásoba vody v systéme CHV 44 000 m³ a 4 830 m³ vo všetkých systémoch TVD.

3.2.2 Strata primárneho UHS (napr. strata prístupu k chladiacej vode z rieky, jazera alebo mora alebo strata hlavnej chladiacej veže)

Stratu hlavného UHS je možné iniciovať (s podstatným časovým oneskorením) len v prípade straty všetkých systémov TVD oboch blokov. Úplné zlyhanie všetkých systémov TVD oboch blokov môže nastať v dôsledku SBO, porúch so spoločnou príčinou (napríklad zlyhanie SKR) alebo môže byť dôsledkom nadprojektovej udalosti – záplavy alebo zemetrasenia.

Za obáľkovú udalosť predstavujúcu stratu UHS je preto možné považovať úplnú stratu prevádzkyschopnosti všetkých 3 okruhov systému TVD, ktorá je konzervatívne pokrytá predchádzajúcou analýzou udalosti SBO popísanou v kapitole 3.1. Pre hodnotenie ostatných scenárov vedúcich k strate UHS bola do úvahy zobrať udalosť s prerušením napájania prídavnej surovej vody do areálu JE.

3.2.2.1 Dlhodobá strata prívodu surovej vody do areálu JE

Zásoba chladiva v systéme TVD klesá v dôsledku únikov, vyparovaniu a úletu vody (0,5 % prietoku na VCHV). Požadovaná zásoba chladiva v TVD sa udržiava doplňovaním surovej filtrovanej vody z čerpacích staníc. Dostupné opatrenia sú popísané v nasledujúcej časti pre každú elektrárňu zvlášť.

JE V-2 Bohunice

Okrem hlavného zdroja surovej vody je možné bazény TVD dopĺňať zo systému TVN a z elektrárne V-1. Všetky tieto trasy sú bez seizmickej kvalifikácie, a preto sa po projektovej seizmickej udalosti predpokladá ich zlyhanie. V takomto prípade je možné systémy TVD doplňovať mobilnými prostriedkami z externých zdrojov.

Po strate prídavnej surovej vody je reaktor odstavený do jednej hodiny. Celková využiteľná zásoba TVD je 1 613 m³. Bolo dokázané, že zásoba vody v systémoch TVD postačuje na vykrytie strát TVD na 72 hodín. Po uplynutí tejto doby je potrebné zabezpečiť doplňovanie bazénov TVD. Požadovaný prietok doplňovania TVD klesá z hodnoty 87 m³/h (3 dni po odstavení reaktora) na 30 m³/h (1 mesiac po odstavení reaktora).

Na doplňovanie bazénov TVD je k dispozícii zásoba vody v bazénoch CV, ktoré pri minimálnej hladine obsahujú 42 890 m³. Tento objem je postačujúci na dopĺňanie TVD na približne jeden mesiac prevádzky od iniciačnej udalosti. Ak k strate dodávky prídavnej surovej vody dôjde počas prevádzky na výkone, približne 10 000 m³ tejto vody sa spotrebuje na odstavenie reaktora a jeho ochladenie do režimu 3. V takomto prípade zostane v bazénoch CV k dispozícii len 32 890 m³ na dopĺňanie bazénov TVD, čo by postačovalo približne na 21 dní.

EMO1,2

Požadovaná zásoba chladiva v TVD sa udržiava dodávkou prídavnej surovej vody z čerpacej stanice v Malých Kozmálovciach. Surová voda sa zbiera v vodných nádržiach na lokalite, ktoré majú objem 2 x 6 150 m³. Okrem tohto prívodu je možné doplňovať TVD zo systému CV. Čerpadlá TVD majú seizmickú odolnosť.

Po výpadku prívodu prídavnej surovej vody do TVD bude hladina vody v systéme TVD klesať. Okruh TVD má celkovú zásobu vody 4853 m³. Zníženie objemu chladiva závisí od prevádzkového režimu a zahájených činností na obnovenie stavu.

S ohľadom na znižujúcu sa zásobu TVD najnepriaznivejšia udalosť je udalosť počas prevádzky na výkone. Nepredpokladá sa rýchle obnovenie dodávky prídavnej surovej vody; to znamená, že oba reaktory je potrebné odstaviť do režimu 2 (v priebehu 6 hodín) a následne vytvoriť odstavnú koncentráciu bóru na 8 hodín; po tejto dobe sa zostatkové teplo odvádza:

- PSK do HK do CV a do atmosféry;
- cez PSA priamo do atmosféry s dostatočnou zásobou demineralizovanej vody na 10 dní.

Týmto postupom sa dosiahne teplota 130 °C. Ďalšie chladenie PO je možné realizovať hlavne cez systém dochladzovania PO v závislosti na dostupnosti TVD.

Po zlyhaní dodávky prídavnej surovej vody do systému TVD je k dispozícii 4 853 m³ vo všetkých troch vetvách. Zásoba vody v systémoch TVD je dostatočná na krytie strát TVD po dobu 3 dní od prerušenia dodávky prídavnej surovej vody. Po uplynutí tejto doby je potrebné zabezpečiť dopĺňanie vetiev TVD z alternatívnych zdrojov.

Bol vypracovaný aj ďalší postup umožňujúci alternatívne dopĺňanie systému TVD pomocou mobilného čerpadla nezávislého na dodávke elektrickej energie, ktorého nasávanie je možné pripojiť k systému cirkulačnej vody, čo umožňuje využiť 44 000 m³ vody zo štyroch bazénov CV. V systéme CV zostane 13 620 m³ vody pre využitie na TVD, čo postačuje na ďalších 9,4 dňa.

Zásoba vody v bazénoch CV nemusí byť dostupná v prípade seizmickej udalosti; preto, ďalšou možnosťou je využitie zásob vody mimo areálu elektrárne automobilovými cisternami.

Ventilátorové chladiace veže systému TVD priamo zabezpečujú odvod tepla zo systému TVD do konečného recipientu tepla (atmosféry). 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 dvoch zo štyroch VCHV na danom systéme. K strate konečného recipientu tepla v dôsledku porúch VCHV by potom mohlo prísť len vtedy, ak by ani na jednom systéme TVD by neboli v prevádzke aspoň dve bunky 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

Závažným následkom výpadku TVD je možná strata integrity upchávok HCČ. V prípade straty TVD nebude zabezpečené chladenie upchávok HCČ v dôsledku straty prietoku upchávkového vody HCČ a straty prietoku TVD cez chladiče HCČ, čo v dlhodobom horizonte môže spôsobiť únik chladiva PO cez trasu odvodu z upchávky HCČ.

Na základe výsledkov testu na plno rozsahovom modeli upchávky HCČ u výrobcu čerpadla sa preukázalo, že do 24 hodín od straty chladenia HCČ sa nedosiahnu podmienky, pri ktorých by prišlo k ohrozeniu integrity upchávky.

3.2.2.2 Dostupnosť alternatívneho UHS, závislosť od funkcií ostatných reaktorov v tej istej lokalite

V prípade výpadku všetkých systémov TVD je možné zostatkové teplo odvádzať z aktívnej zóny priamo parou (cez PSA PG, PV PG) 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 demineralizovanej vody. Z tohto pohľadu je UHS zabezpečený normálnym systémom odvodu tepla z aktívnej zóny pomocou PSA PG. Tento spôsob odvodu je plne využiteľný pre režimy 1 až 5. V režime 6 s otvoreným reaktorom je možné zostatkové teplo z aktívnej zóny odvádzať po obmedzenú dobu pridávaním chladiva do reaktora

/bazénu výmeny paliva z iných zdrojov chladiva (objem chladiva v PO, havarijné nádrže, vodné trasy kontajnementu) a následne zvýšiť hladinu v reaktore/bazéne výmeny paliva na + 21 m. Odvod tepla prostredníctvom náhradného systému však nezabezpečí odvod zostatkového výkonu z pomocných technologických systémov (chladenie vložených medziokruhov, ventilačných systémov...), kontajnementu a BVP, a preto nie je plnohodnotnou náhradou TVD. Zabezpečí však odvod tepla z AZ bez externých zdrojov NV na dobu viac ako 10 dní.

Pre odvod tepla z kontajnementu a BVP je možné na ohraničenú dobu využiť rozličné štandardné a neštandardné prepojenia zahrnuté do konfiguračnej databázy.

3.2.2.3 Možné časové obmedzenia disponibility alternatívneho odvodu tepla a možnosti zvýšenia disponibilného času

V prípade výpadku všetkých systémov TVD je možné odvádzať zostatkové teplo z AZ priamo parou (cez PSA PG, PV PG) do atmosféry alebo prostredníctvom iných systémov (technologický kondenzátor, redukčné stanice pary) do cirkulačnej vody a z nej do atmosféry, pričom do PG sa musí byť zabezpečený prietok NV. Doba udržateľnosti tohto režimu je obmedzená. Elektrárň má zásobu chladiva pre SHN čerpadlá na 10 dní (EMO) alebo 7 dní (EBO) pre oba bloky. Po tejto dobe je na zabezpečenie odvodu tepla z AZ potrebné zabezpečiť doplňovanie týchto nádrží z externého zdroja.

Ak sa po strate TVD zásoba chladiva pre dopĺňanie PG vyčerpá, hladina v PG začne klesať. Doba, počas ktorej môže menovitý objem chladiva v 6 parogenerátoroch zaistiť odvod tepla z PO závisí od výkonu rozpadového tepla, t. j. od času, ktorý uplynie od havarijného odstavenia reaktora. Preto závisí aj od predchádzajúceho spôsobu odvodu tepla a použitých prostriedkov. 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 nízkotlakovej NV do PG pomocou mobilných čerpadiel hasičského zboru.

V prípade otvoreného reaktora (režim 6) sa zostatkové teplo z aktívnej zóny môže po obmedzenú dobu akumulovať v zásobe chladiva PO a tiež v zásobách nádrží HSCHZ a žlaboch kontajnementu. Po vyčerpaní všetkej akumulačnej kapacity chladiva je možné rozpadové teplo odvádzať pomocou odvodu pary z PG a čiastočným vyparovaním chladiva PO, pri krytí znižujúcej sa zásoby chladiva PO a PG. Vytvorenie požadovanej konfigurácie v tomto prípade trvá niekoľko hodín.

3.2.3 Strata konečného recipientu tepla a náhradného recipientu tepla

Ku strate hlavného UHS môže dôjsť len v prípade straty všetkých systémov TVD oboch blokov. Za obálkovú udalosť predstavujúcu stratu UHS je preto možné považovať úplnú stratu prevádzkyschopnosti všetkých 3 okruhov systému TVD, ktorá je konzervatívne pokrytá analýzou udalosti SBO popísanou v kapitole 3.1. Pre hodnotenie ostatných scenárov vedúcich k strate UHS bola do úvahy zobrať udalosť s prerušením napájania prídavnej surovej vody do areálu JE.

Systém TVD v niektorých režimoch zabezpečuje odvod zostatkového tepla z AZ, a vo všetkých režimoch zabezpečuje odvod tepla z BVP 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 bazéne vyhoreteho paliva, odvod tepla z AZ a BVP a môže mať tiež dopad na integritu kontajnementu. Zlyhanie všetkých systémov TVD by viedlo ku strate chladenia nasledovných systémov:

DG, havarijných systémov chladenia AZ, sprchových systémov, chladičov BVP, vzduchotechniky v príslušných miestnostiach. Ďalej príde k strate chladenia všetkých prevádzkových systémov využívajúcich TVD: chladičov recirkulačného systému kontajnementu, miestnosti kontajnementu,

chladenia systému normálneho dopĺňania primárneho okruhu, chladičov vložených medziokruhov, havarijných napájacích čerpadiel, systému dochladzovania SO.

Dôsledky hodnoteného scenára na bezpečnostné funkcie v jednotlivých režimoch bloku sú uvedené nižšie.

Režim 3

Riadenie reaktivity AZ

V prípade akejkoľvek udalosti majúcej vplyv na odvod tepla z aktívnej zóny sa reaktor havarijnej odstavuje buď automaticky alebo ručne. Minimálna podkritičnosť 2 % je zaistená aj v prípade, že jedna HRK zostane zaseknutá v hornej polohe a PO sa ochladí na 240 °C. Pre udalosti, počas ktorých môže dôjsť k vneseniu kladnej reaktivity v prípade zlyhania všetkých systémov TVD, nebudú k dispozícii projektové systémy pre riadenie koncentrácie kyseliny boritej v primárnom okruhu. Riadenie reaktivity AZ je v tomto prípade zabezpečené VT čerpadlami bóru. Týmito čerpadlami je možné súčasne vytvoriť koncentráciu bóru v PO pre odstavenie do studeného stavu a udržiavať zásobu chladiva v PO, ktorá bude klesať v dôsledku únikov z PO. Po výpadku TVD, ak systém dopĺňovania bóru zostane prevádzkyschopný, riadenie reaktivity v AZ a zásoby chladiva v PO bude zabezpečené v dostatočnom rozsahu.

Odvod tepla z AZ

V dôsledku rozličných zdrojov vody v lokalite a odlišných predpokladov a systémov používaných na odvod tepla je odhad časových rezerv a hodnotenie uvádzané zvlášť pre bloky JE V-2 Bohunice a EMO1,2.

JE V-2 Bohunice

Po strate surovej vody je potrebné odstaviť oba bloky do režimu 3. Teplo sa z aktívnej zóny bude odvádzať parou z PG do systému dochladzovania SO, ktorý je v tejto etape prevádzkyschopný. Bez TVD nie je možné dochladiť blok do studeného stavu, ale je možné udržiavať ho v režime 3. Doba udržateľnosti tohto režimu je obmedzená. Konzervatívne sa neuvažuje so žiadnym dopĺňaním TVD. Hodnotenie neuvažuje ani s prevádzkou hlavných čerpadiel NV. Po 72 hodinách sa hladina v bazénoch TVD zníži na minimum a bude potrebné odstaviť všetky tri systémy TVD. HNČ, ktoré sú chladené TVD, nie je možné použiť na plnenie PG a PG sa budú musieť plniť pomocou SHNČ, ktoré nevyžadujú prevádzku TVD. Elektrárň má zásobu chladiva pre SHN čerpadlá pre oba bloky 920 m³ v každej z troch nádrží pre oba bloky. Po výpadku prívodu surovej vody do JE nebude možné túto zásobu udržať. Teplo z AZ sa bude odvádzať parou z PG cez PSA PG/ PV PG priamo do atmosféry. Táto zásoba v čase 72 hodín od odstavenia reaktora postačuje na odvod tepla z AZ pre oba bloky na ďalších 7 dní.

Po odstavení TVD sa blok ďalej vychladí na 238 °C, aby bolo možné gravitačné plnenie a pripojenie HA k PO. Po vyčerpaní nádrží SHN sa môžu PG ďalej dopĺňovať hasičskými čerpadlami. Tento režim odvodu tepla nie je časovo obmedzený.

Ak sa po strate TVD neuvažuje s dopĺňaním PG hasičskými čerpadlami, nominálna zásoba chladiva v 6 PG je dostatočná na odvod tepla z PO po dobu 50 hodín. Po vysušení PG je možné na odvod tepla z PO využiť gravitačné plnenie PG. Gravitačným plnením PG je možné zabezpečiť odvod tepla z PG po dobu 60 hodín.

Po vyčerpaní gravitačného plnenia sa PG vysušia zostatkovým teplom a teplota a tlak v PO začnú rásť. Po dosiahnutí otváracieho tlaku OV KO, prípadne PV KO, dochádza k ďalšej strate chladiva PO a k zhoršovaniu chladenia aktívnej zóny. V tejto fáze sa zostatkový výkon reaktora odvádza vyparovaním chladiva PO do kontajneru.

Na oddialenie poškodenia pokrytia paliva v tejto fáze je možné využiť chladivo, ktoré je v HA. Objem chladiva v HA (160t) je v optimálnom prípade schopný zabezpečiť chladenie AZ po dobu

40 hodín. Pre chladenie aktívnej zóny nie je možné optimálne využiť HA pripojené k hornej zmiešavacej komore reaktora. Konzervatívne preto predpokladáme, že HA zabezpečia chladenie AZ iba po dobu 20 hodín. Po vyčerpaní HA (ak je TNR stále plná), objem chladiva v TNR zabezpečí chladenie AZ na dobu približne ďalších 10 hodín.

Uvedené odhady rezerv odvodu tepla z AZ pri strate UHS neuvažovali s únikom chladiva PO cez upchávky HCČ, ktorý by mohol vzniknúť po výpadku chladenia upchávok HCČ po dobe dlhšej ako 24 hodín.

Časové rezervy odhadované pre vyššie popísané procesy sú uvedené na obr. 12.

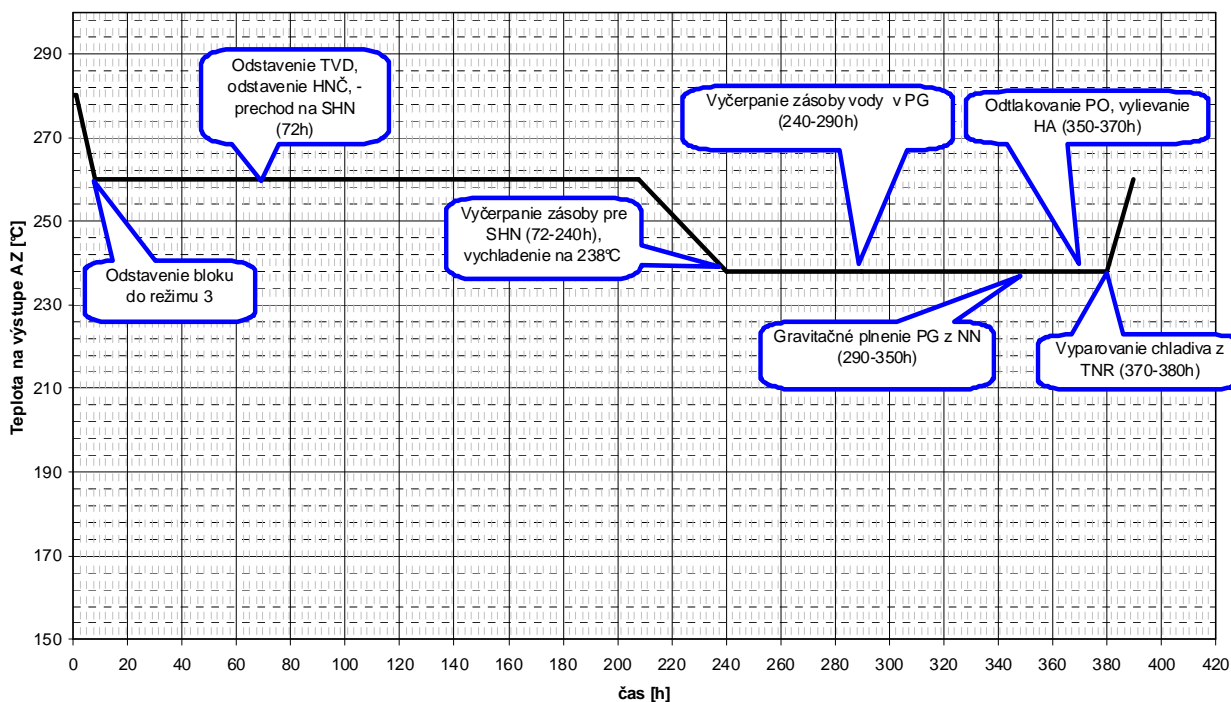
Časové rezervy do poškodenia paliva v dôsledku straty UHS závisia od scenára:

- s dodávkou NV PG z hasičských čerpadiel – bez reálneho časového obmedzenia
- bez dodávky NV PG z hasičských čerpadiel - 380 hodín

EMO1,2

Po výpadku TVD, či už z dôvodu straty surovej vody (po 72 hodinách) alebo nedostupnosti TVD, nie je k dispozícii systém odvodu zostatkového tepla z PO, systém dochladzovania primárneho a sekundárneho okruhu a teplo z AZ nie je možné odvádzať dokonca ani v režime primárneho Feed&Bleed. V dôsledku straty TVD nie sú prevádzkyschopné systémy vysokotlakového dopĺňovania PO a na udržiavanie minimálnej zásoby chladiva v PO potrebnej na odvod tepla z PO na SO sú k dispozícii iba NT čerpadlá bóru.

Odvod tepla z AZ cez SO je možné udržiavať normálnym systémom odvodu tepla z PG cez PSK v HK do CV a následne do atmosféry. Na dopĺňovanie PG sa budú využívať normálne napájacie čerpadlá, alebo SHNČ, pretože havarijné napájacie čerpadlá v dôsledku straty TVD nebudú prevádzkyschopné. Konzervatívne sa neuvažuje s dopĺňaním TVD (bazény CV obsahujú zásobu na dopĺňanie TVD na minimálne 12 – 33 dní). Pre odvod tepla z aktívnej zóny sa využívajú PSK alebo PSA/PV PG a parogenerátory sa budú plniť SHNČ. (Hodnotenie neberie do úvahy časový interval 72 hodín od iniciačnej udalosti, počas ktorých by systém TVD mohol byť v prevádzke). Blok nie je možné dochladiť do studeného stavu a udržať ho v tomto stave, ale je možné ho udržiavať v polo horúcom stave, pri ktorom sa v PG bude tvoriť para v rozsahu teplôt od nominálnej až po 100 °C.



Obr. 12: Priebeh teploty na výstupe AZ počas straty UHS

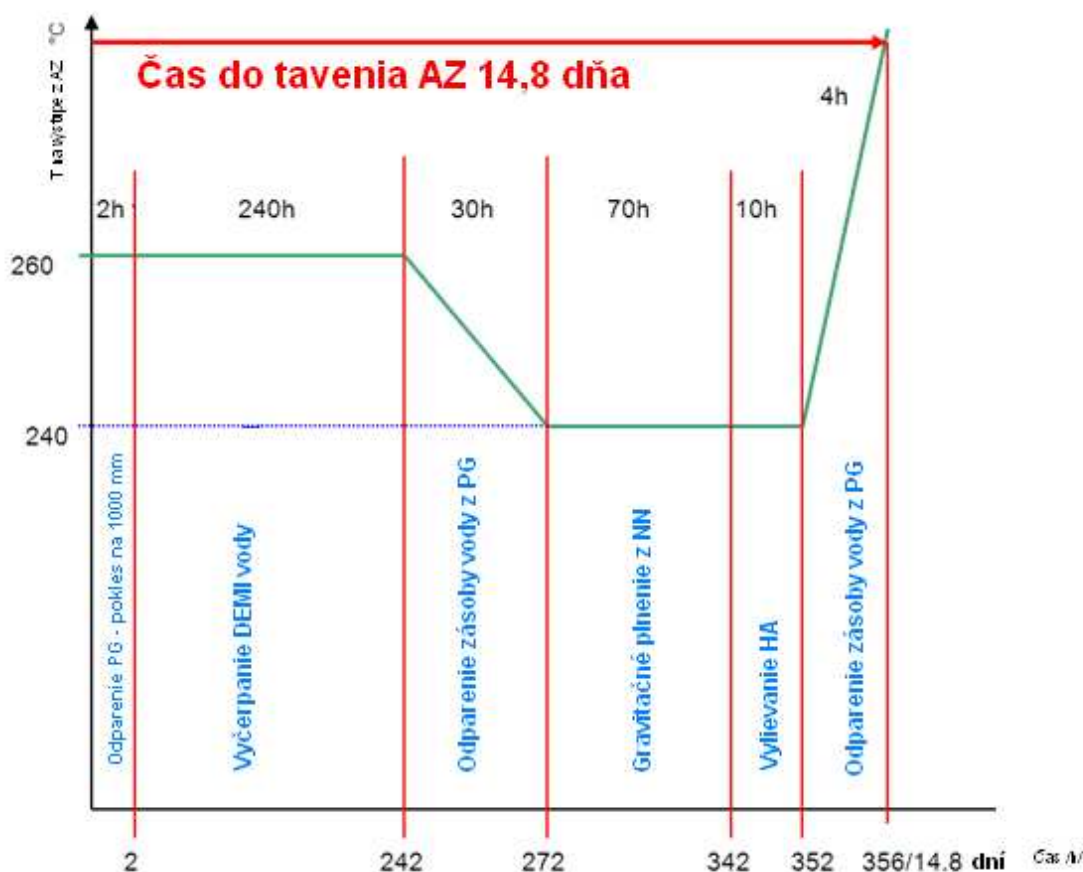
Pozn.: Schéma je konzervatívna, pretože do úvahy sa nebrala možnosť objemu prídavnej priemyselnej vody z bazénov cirkulačnej vody. Táto by však mohla predĺžiť dostupnosť systému TVD o ďalších 10 – 30 dní.

Elektrárň má zásobu chladiva pre prevádzku SHN čerpadiel na viac ako 10 dní pre oba bloky, ak sa predpokladá zásoba 2 400 m³ v troch nádržiach demineralizovanej vody na blok. Po tejto dobe je na zabezpečenie odvodu tepla z AZ potrebné zabezpečiť doplňovanie týchto nádrží z externého zdroja v množstve približne 7 m³/h pre oba bloky. Projekt neuvažuje so súčasnou nedostupnosťou SHNČ na oboch blokoch a jeden mobilný zdroj nie je počas prvých 24 hodín dostatočný pre dva bloky.

Ak po strate TVD zlyhajú alebo sa vyčerpajú vyššie uvedené metódy udržiavania polo horúceho stavu PO, t. j. príde k vyčerpaniu zásob chladiva pre doplňovanie PG (po 10 dňoch od odstavenia reaktora) a nie je možné zabezpečiť NV z externých zdrojov, hladina v PG začne klesať. V tomto čase je nominálna zásoba chladiva v 6 PG po strate systému SHN dostatočná na odvod tepla z PO na 35 hodín. Po vysušení PG je možné na odvod tepla využiť gravitačné plnenie PG. Gravitačné plnenie PG má obmedzenú kapacitu a môže vyústiť až do neprojektového namáhania trubiek PG. Po vyčerpaní oboch NN je možné pokračovať v dodávke nízkotlakovej NV do PG na výtlak čerpadiel SHN pomocou mobilných hasičských čerpadiel.

Ak po vyčerpaní oboch NN (po cca 40 hodinách od zahájenia gravitačného plnenia) by sa nezačalo s doplňovaním PG pomocou mobilných hasičských čerpadiel, PO sa začne nahrievať zostatkovým výkonom reaktora a tlak v PO začne rásť. Po dosiahnutí otváracieho tlaku OV KO, prípadne PV KO, dochádza k ďalšej strate chladiva PO a k zhoršovaniu chladenia aktívnej zóny. Zostatkový výkon reaktora sa v tejto fáze 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, iniciačná udalosť v tomto scenári vedie k poškodeniu paliva.

Časové rezervy odhadované pre vyššie popísané procesy sú uvedené na obr. 13.



Obr. 13: Priebeh teploty na výstupe AZ počas straty UHS a normálnej NV

Na oddialenie poškodenia pokrytia paliva je možné ďalej využiť chladivo, ktoré je v HA. Objem chladiva v HA je v optimálnom prípade schopné zabezpečiť chladenie AZ po dobu viac ako 10 hodín. Podmienky pre optimálne využitie chladiva z HA sa musia vytvoriť ešte počas vyparovania PG (vychladienie 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 ďalších 4 hodín.

Časová rezerva do poškodenia paliva pri strate UHS v dôsledku straty TVD je 8,3 dňa.

Po výpadku TVD je v závislosti od scenára možné udržiavať odvod tepla z AZ v závislosti na dostupnosti systémov odvodu tepla. V optimálnom prípade je po výpadku TVD možné dlhodobo udržiavať odvod tepla z AZ pomocou SHN a dopĺňovania nádrží demineralizovanej vody. Pre tento prípad je operátor BD schopný len s vlastnými zdrojmi vody udržať odvod tepla na viac ako 14,2 dní.

Časová rezerva do poškodenia paliva pri strate UHS závisí na scenáre udalosti:

- s dodávkou NV PG – bez reálneho časového obmedzenia
- bez dodávky NV PG z hasičských čerpadiel -14,2 dňa

Integrita HZ

V dôsledku dlhodobej straty prívodu surovej vody do JE po 72 sa budú musieť odstaviť všetky čerpadlá TVD a odvod tepla z kontajneru nebude k dispozícii. 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 kontajnementu. Podľa Európskej normy Eurocode 2-1-1 pevnosť betónu pri 127°C klesne max o 6 %.

Ak by počas SBO prišlo k strate chladenia AZ (vyčerpanú sa zdroje dopĺňovania NV do PG), príde k otvoreniu OV KO do kontajnementu, kam sa okrem tepelných strát PO odvádza aj celý zostatkový výkon AZ, trend nárastu kontajnementu sa zvýši približne 3-krát, pričom bude rásť aj tlak v kontajnemente. Integrita kontajnementu by mohla byť ohrozená po poškodení paliva a následnom horení vodíka. Ďalšie informácie sú v kapitole 3.

Režimy 4,5

Riadenie reaktivity AZ

V režimoch 4 a 5 je v PO vytvorená odstavňá koncentrácia kyseliny boritej. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia riadenia reaktivity v AZ a BVP pri strate UHS v režime 1, 2, 3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre stratu UHS v režimoch 4 a 5.

Odvod tepla z PO

V režimoch 4 a 5 bol odvod tepla z PO pred iniciačnou udalosťou odvod tepla vo vodovodnom režime alebo v štádiu prechodu na vodovodný režim. V prípade UHS v režimoch 4 a 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 SO a nahriatie PO na teplotu, pri ktorej sa v PG začne tvoriť také množstvo pary, ktoré bude dostatočné na odvod aktuálneho zostatkového tepla z AZ.

Zásoba chladiva v PG v režimoch 4 a 5 je vyššia ako v režime 3. V režimoch 4 a 5 bude zostatkový výkon AZ nižší vzhľadom na dlhšiu dobu (viac ako 24 hodín) od odstavenia reaktora. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia odvodu tepla z PO pri strate UHS v režime 3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre stratu UHS v režimoch 4 a 5.

Integrita HZ

V režimoch 4 a 5 je teplota chladiva v PO a štruktúrach PO nižšia ako v režime 3 a tiež zostatkový výkon AZ bude nižší vzhľadom na dlhšiu dobu od odstavenia reaktora. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia integrity kontajnementu pri strate UHS v režime 3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre stratu UHS v režimoch 4 a 5. Z týchto dôvodov je možné považovať integritu kontajnementu v režime 4 a 5 dlhodobo za uspokojujúcu.

Režim 6

Riadenie reaktivity AZ

V režime 6 je v PO vytvorená odstavňá koncentrácia kyseliny boritej. Z týchto dôvodov je možné považovať závery hodnotenia riadenia reaktivity v AZ a BVP pri strate UHS v režime 3 za konzervatívny odhad, ktorý je platný aj pre stratu UHS v režime 6.

Odvod tepla z PO

V režime 6 je PO odtlakovaný a je možné ho otvoriť (je zrušená tlaková hranica PO). Odvod tepla z PO pred udalosťou bol vo vodovodnom režime. Po strate všetkých systémov TVD odvod tepla z PO nemôže pokračovať vo vodovodnom režime. Pre odvod tepla z PO sú k dispozícii nasledovné varianty:

- Odvod tepla z PO v režime varu.

Chladivo sa dodáva do PO z nádrží havarijného systému chladenia. Zásoba chladiva v nádržiach je 660 – 700 m³, ktorá je dostatočná na chladenie AZ po dobu 50 – 70 hodín. V reálnom prípade je možné na chladenie aktívnej zóny využiť aj chladivo z žľabov kontajnementu. Predpokladáme, že v najhoršom prípade by malo byť dostupných chladivo z 9

žľabov, ktoré by postačilo na chladenie AZ po dobu ďalších 90 hodín. **Časová rezerva do poškodenia paliva: 140 hodín pre JE V-2 Bohunice; podobný odhad pre EMO1,2 udáva 160 hodín**

- Odvod tepla z AZ čiastočne varom chladiva v TNR a čiastočne parou z PG. Chladivo do PO sa dodáva zo zásob primárneho okruhu (havarijné nádrže) a PG sa plnia hasičskými čerpadlami.

Časová rezerva do poškodenia paliva: Závisí od počiatočného objemu chladiva pri nastaní udalosti. Ak hladina vody v TNR bola vysoká a bola k dispozícii aj voda zo žľabov kontajnementu, doba do odhalenia AZ by prekročila 13 dní. V najhoršom prípade, ak by hladina v TNR bola na najnižšej prevádzkovej hodnote (0,5 m pod HDR) a personál by nevykonal žiadne činnosti na doplnenie PO, je k dispozícii do odhalenia AZ približne 3,5 h.

Integrita HZ

V režime 6 je zrušená tlaková hranica kontajnementu. Pri strate UHS nie je potrebné hranicu kontajnementu obnoviť, pretože para z PO bude unikať cez otvorené deliace roviny na reaktorovú sálu. Integrita kontajnementu nebude ohrozená, ale súčasne nie je ani možné úplne zabrániť únikom aktivity do okolia elektrárne.

Bazén vyhoretého paliva

Konečným recipientom tepla je okolitá atmosféra (vzduch). Zostatkové teplo z vyhoretého paliva sa odoberá v chladiacich systémoch výmenníkov tepla BVP do systému TVD a odtiaľ do atmosféry cez chladiace veže TVD. K strate odvodu tepla z BVP príde iba v prípade zlyhania všetkých troch systémov TVD. Pre odvod tepla z BVP nie je okrem chladiacich systémov BVP k dispozícii žiadny záložný systém.

Z hľadiska dopadov na chladenie BVP je obálkovým prípadom narušenia UHS úplná a okamžitá strata čerpadiel TVD (analyzovaná v rámci SBO). Vzhľadom na nízku pravdepodobnosť výpadku všetkých systémov TVD bol analyzovaný scenár vedúci k strate UHS v dôsledku straty dodávky prídavnej surovej vody. Hodnotenie bezpečnostných funkcií pre BPV bolo vykonané pre najkonzervatívnejšiu variantu tohto scenára, ktorá po 72h vedie k podmienkam vyžadujúcim odstavenie všetkých troch systémov TVD.

Po vypnutí všetkých systémov TVD dochádza k strate chladiacich systémov BVP, čo má dopad na funkciu odvodu tepla z BVP. Kvôli nárastu teploty v BVP sa znižuje aj podkritičnosť palivových kaziet v BVP, avšak podkritičnosť zostane zachovaná.

Riadenie reaktivity v BVP

V BVP je podkritičnosť zabezpečená koncentráciou kyseliny boritej a samotným projektom BVP, ktorý neumožňuje vznik kritických podmienok v BVP ani po znížení koncentrácie H₃BO₃ na nulu. Po výpadku TVD je teda podkritičnosť v BVP zabezpečená. Táto charakteristika sa v EMO1,2 dosiahla veľkosťou kroku mreže v BVP, ktorá je 162mm so šesťhrannými absorpčnými trúbkami. Výpočty v JE V-2 Bohunice naznačujú, že v prípade nulovej koncentrácie bóru a varu chladiva je možné dosiahnutie kritického stavu. Počas straty UHS je však podkritičnosť v BVP riadená dodávaním chladiva s obsahom bóru buď z havarijných nádrží alebo z barbotážnych žľabov, a tak je podkritičnosť BVP v projektovom rozsahu zaručená.

Odvod tepla z BVP

Z hľadiska chladenia BVP pri hodnotenom scenári spoľahlivé chladenie BVP zaručené na 72 hodín, pretože k výpadku TVD príde až po tejto dobe. Po vypnutí systému TVD nie je zabezpečený štandardný odvod tepla z BVP cez chladiče systému chladené TVD. V závislosti na zostatkovom výkone paliva v BVP, ktorý sa môže pohybovať od 1,25MW po 5MW a zásobe

chladiva v BVP pred udalosťou (14,46 m/21,27 m), sú k dispozícii časové rezervy podľa tabuľky (bez zásahu operátora). Hodnotenie časových rezerv bolo vykonané zvlášť pre JE V-2 Bohunice a pre EMO1,2.

JE V-2 Bohunice

Po zlyhaní TVD je k dispozícii len časovo ohraničené alternatívne chladenie BVP (dopĺňanie BVP z havarijných nádrží a odvodnenie BVP). V tomto režime chladenia je odvod tepla z BVP pri náhreve jednej nádrže z 30°C na 60°C zabezpečený na 2 – 8 hodín v závislosti od výkonu v BVP (minimálne dve nádrže sú k dispozícii vo všetkých režimoch). Pre chladenie BVP je možné využiť aj chladivo v žľaboch kontajneru. Pri využití všetkých 12 žľabov a ohreve chladiva zo 40°C na 60°C by sa chladenie dalo zabezpečiť na ďalších 5,6 až 22 hodín v závislosti od výkonu v BVP.

Ďalší odvod tepla z BVP po vyčerpaní alternatívneho chladenia (celkovo po 9,6 – 38 hodinách od výpadku TVD) a náhreve chladiva v BVP na teplotu varu je možný len odparovaním chladiva z BVP. Na udržiavanie potrebnej zásoby chladiva v BVP je potrebné zabezpečiť jeho dopĺňovanie z iných zdrojov (hasičské čerpadlá). Para vznikajúca v BVP sa musí odvieť do atmosféry.

Časové rezervy do poškodenia paliva v BVP závisia od množstva vyhoreného paliva v BVP a počiatkovej zásoby chladiva. Odhady neberúce do úvahy činnosti personálu (bez alternatívneho chladenia) sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Alternatívnym chladením BVP je možné tieto časy predĺžiť celkovo o 9,6 – 38 hodín od výpadku TVD v závislosti od výkonu. Časové rezervy v tabuľke sú od času straty prietoku TVD. Pre scenár s úplnou a okamžitou stratou prívodu prídavnej vody je potrebné pripočítať 72 hodín.

Pozn.: Odhady sú konzervatívne, pretože do úvahy sa nebrala možnosť objemu prídavnej priemyselnej vody z bazénov cirkulačnej vody. Tým je možné predĺžiť dostupnosť TVD a schopnosť odvodu tepla z BVP na ďalších 10 – 30 dní.

Všetko palivo vyvezené do BVP, hladina v BVP 21,27 m

Výkon paliva	Hladina	Var v BVP	Vyparenie chladiva nad palivom	Úplné vyparenie chladiva pod palivom a teplota 1 200°C	Zhrnutie
4,87MW	21,27m	2h 48min	+20h 45min	+6h 52min	= 30h 25min

V BVP je iba vyhoreté palivo z minulých kampaní, hladina v BVP 14,46 m

Výkon paliva	Hladina	Var v BVP	Vyparenie chladiva nad palivom	Úplné vyparenie chladiva pod palivom a teplota 1 200°C	Zhrnutie
1,25MW	14,46 m	5h 14 min.	+ 37h 33min	+ 19h 15min	= 62hs 2min

V BVP je iba vyhoreté palivo z minulých kampaní, hladina v BVP 21,27 m

Výkon paliva	Hladina	Var v BVP	Vyparenie chladiva nad palivom	Úplné vyparenie chladiva pod palivom a teplota 1 200°C	Zhrnutie
1,25MW	21,27m	10h 55min	+ 127h 55min	+ 19h 15min	= 158h 5min

EMO1,2

V závislosti od zostatkového výkonu paliva v BVP, ktorý sa pohybuje v rozmedzí od 1,25MW po 5MW a tepelných strát pracujúcich čerpadiel je sumárny výkon 1,3 až 5 MW. Napriek ďalšej tepelnej záťaži spôsobenej čerpadlom sa čas do varu v BVP predĺži o 3 - 10 hodín (v závislosti od objemu chladiva a počtu kaziet) vďaka súvisiacim systémovým potrubiam a možnosti využitia

stratifikovaného spodného objemu chladiva BVP (20m³). Po dosiahnutí varu sa predpokladá odstavenie čerpadiel, a tak časy pre fázu odparu do odhalenia paliva v BVP sú rovnaké ako pre SBO - od 23 h po 42 h (bez zásahu operátora).

Po strate TVD je k dispozícii iba alternatívne chladenie BVP pomocou jeho plnenia a drenáže:

- doplňovanie z NT - nádrží pomocou čerpadiel BVP, pomocných čerpadiel, zo všetkých žľabov barbotážneho systému pomocou dostupného čerpadla alebo gravitačne na úroveň hladiny +21 m v BVP, čo predĺži čas do varu o 5 hodín pre konfiguráciu bez vyvezenia paliva (+14,7m);
- Drenáž BVP cez prepád na + 21,17m do nádrží HSCHZ alebo nádrží bóru a zaistenie spätného prietoku čerpadlami alebo gravitačne; Využitie náhrevu zásob chladiva predĺži čas do varu v BVP a je použiteľný v rozsahu od 40°C (60°C pre NT HSCHZ) do 90°C. C hladenie BVP predĺži čas do varu o 3 – 6 hodín v závislosti od výkonu v BVP a s využitím 300 m³ (3 žľaby sprchového systému kontajmentu alebo 2 NT nádrže).

Čas do varu BVP:

	IU – náhrev po bod varu		Zvýšenie hladiny na +21m		Odvodnenie BVP a náhrev NT HSCHZ alebo barbotéra 300 m ³		Celkom	
	+14,7 m	+21,17 m	+14,7 m	+21,22 m	+14,7 m	+21,22 m	+14,7 m	+21,22 m
Hladina	+14,7 m	+21,17 m	+14,7 m	+21,22 m	+14,7 m	+21,22 m	+14,7 m	+21,22 m
Čas náhrevu	11 h	3 h	5 h	0 h	6h	3h	22 h	6 h

Odparovanie chladiva z BVP

Ďalší odvod tepla z BVP po vyčerpaní alternatívneho chladenia (6 až 22h po UHS) a náhreve BVP na teplotu varu je možné zabezpečiť odvod zostatkového výkonu iba na úkor vyparovania chladiva z BVP. Na udržanie potrebnej zásoby chladiva v BVP je potrebné zabezpečiť jeho doplňovanie z iných zdrojov (NT nádrže, barbotážne žľaby, hasičské čerpadlá). Potreba doplňovania BVP/blok pri odvode tepla z BVP varom chladiva kolíše od 2 m³/h (výkon 1,25 MW) do 8 m³/h (výkon 5 MW). Vznikajúca para v BSVP sa odvádza cez reaktorovú sálu do atmosféry.

Výsledné časy bez zásahu personálu

Udalosť UHS	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 BVP	3	11
Odhalenie skladovaných PK	23	42,5
Poškodenie PK 1 200 °C	31	63

Výsledné časy so zásahom personálu; tabuľka udáva, o koľko sa čas predĺži

Udalosť UHS	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 BVP	0	5
Odvodnenie BVP a náhrev NT HSCHZ 300 m ³	3	6
Vyparenie 50 % zásob barbotážnych žľabov/NT HSCHZ (600/300)	112	450
Plnenie požiarnym vozidlom	neobmedzene	neobmedzene

3.2.3.1 Externé činnosti smerujúce k prevencii poškodenia paliva

Externé činnosti sa musia sústrediť na zabezpečenie doplňovania TVD, doplňovanie demineralizovanej vody a logistiku zásobovania. Pre kompenzáciu strát chladiva v okruhoch TVD je možné použiť viaceré náhradné spôsoby z vnútorných alebo z externých zdrojov. Základná časová rezerva pre zahájenie doplňovania TVD vyplývajúca zo zásoby v samotných bazénoch TVD je 72 hodín. Ďalšie vnútorné zdroje vody v JE (bazény chladiacich veží CV a prívodné kanály) obsahujú vodu v závislosti od scenáru udalosti (pozri kap.3.1.3). Túto vodu je možné čerpať do bazénov TVD čerpadlami TVN alebo mobilnými čerpadlami. Systém TVN je normálnym prevádzkovým systémom, ktorý je nezodolnený proti nadprojektovým externým udalostiam bez seizmickej klasifikácie. Doplnovanie pomocou čerpadiel TVN je možné zahájiť do 1 hodiny; prietok doplňovania je vyšší ako je potrebný na udržiavanie hladiny. Doplnovanie TVD z bazénov CV mobilnými čerpadlami bolo odskúšané počas záťažových testov pomocou ponorného čerpadla napájaného z elektrocentrály a plávajúcim čerpadlom s vlastným benzínovým motorom. Inštalovanie čerpadiel a spustenie doplňovania od nahlásenia požiadavky trvalo 30 minút.

V JE V-2 Bohunice je možné doplňovať TVD aj z JE V-1 pomocou normálnych prevádzkových systémov bez seizmickej klasifikácie. Zahájenie doplňovania bazénov TVD z JE V-1 je možné do 3h; prietok doplňovania bazénov je vyšší ako je potrebný na udržiavanie hladiny v bazénoch TVD. Vodu do systému TVD je v krajnom prípade možné zabezpečiť mobilnými prostriedkami (auto cisternami, resp. helikoptérmi) z vodných nádrží v okolí JE. Doplnovanie vody z externých zdrojov mobilnými prostriedkami bolo odskúšané pri havarijných cvičeniach v r. 2011. Doplnovanie bazénov TVD týmito prostriedkami je možné zahájiť do 4h.

3.2.3.2 Čas k dispozícii pre obnovenie jedného z konečných recipientov tepla alebo k iniciácii činností smerujúcich k obnoveniu chladenia aktívnej zóny a bazénu vyhoreteho paliva pred poškodením paliva: zvážením rozličných príkladov časového oneskorenia od odstavenia reaktora a straty normálnych podmienok chladenia AZ a BVP (napr. začiatok straty vody z primárneho okruhu)

Časy pre jednotlivé stavy sú uvedené v nasledujúcej tabuľke; popis vrátane analýzy je uvedený v kapitole 3.2.3 (uvádzané údaje sú pre EMO1,2):

Čas k dispozícii pre obnovenie jedného z konečných recipientov tepla:

	Iniciačná udalosť	Strata TVD - čas	Čas medzi stratou TVD a tavením AZ	Celkový čas
1.	Strata prídavnej surovej vody bez interného a externého zásahu	72 hodín/3 dni	341 hodín/14,2 dňa	413 hodín/ 17,2 dňa
2.	Strata prídavnej surovej vody s interným zásahom - dostupnou CV	12 - 33 dní	341 hodín/14,2 dňa	26,2 až 47,2 dni
3.	Strata prídavnej surovej vody s interným a externým zásahom	neobmedzene	-	neobmedzene
4.	Strata TVD	x	341 hodín/14,2 dňa	341 hodín/ 14,2 dňa
5.	Strata TVD + nedostupnosť demineralizovanej vody	x	5,5 h PG+16 h NN + 3 h HA +3 h AZ=	27 hodín
6.	Strata TVD + nedostupnosť demineralizovanej vody a NN (veľmi malá pravdepodobnosť - kombinácia troch zlyhaní)	x	5,5 h PG +2,7 h HA + 2,9 h AZ	11,1 hodín

3.2.4 Závery o vhodnosti ochrany proti strate konečného recipientu tepla

Odolnosť BVP pre podmienky straty UHS (strata prídavnej surovej vody) je primeraná.

1. Menovitý objem vody TVD zaisťuje minimálne 72 hodín dostupnosti TVD po strate prídavnej surovej vody.
2. Dodatočné zásoby vody v bazénoch CV v areáli poskytujú ďalších 10 – 30 dní dostupnosti systému TVD.

3.2.5 Opatrenia, ktoré je možné prijať pre zvýšenie odolnosti elektrárne v prípade straty konečného recipientu tepla

Hodnotenie bezpečnostných rezerv projektu V213 pri strate UHS preukázalo schopnosť projektu elektrárne zabezpečiť ochranu bariér pri danom type udalosti počas pomerne dlhého času, ktorý poskytuje dostatočnú časovú rezervu na vykonanie zásahov riadenia havárií na obnovenie UHS. Napriek odolnosti projektu elektrárne je možné zvýšiť jej bezpečnosť realizovaním nasledujúcich modifikácií:

- zabezpečiť dodatočný mobilný VT - zdroj napájacej vody PG pre každý blok a zabezpečiť logistiku zásobovania mobilného zdroja,
- zabezpečiť mobilné čerpadlá pre dopĺňanie TVD z CV,
- vykonať analýzy správania sa upchávok HCČ pri dlhodobom výpadku chladenia (viac ako 24 hodín),
- vytvoriť systém logistiky pre zabezpečenie SHNV na sanie mobilných SH čerpadiel z externých zdrojov vody,
- modifikovať pripojenie SH mobilného zdroja na sanie a výtlak systému SHN tak, aby bol dostupný z kóty 0, za protimrazovou zábranou (v EMO), aby sa zaistilo SH mobilné napájanie v prípadoch vnútorných a vonkajších požiarov a záplav,

- realizovať stabilnú trasu na udržiavanie zásoby chladiva v BVP z mobilného zdroja (hasičské čerpadlá),
- pripraviť opatrenia na odvod pary z BVP v prípade varu chladiva.

3.3 Strata základného UHS skombinovaná s udalosťou SBO (pozri špecifikácie záťažových testov)

3.3.1 Doba nezávislosti lokality pred stratou podmienok normálneho chladenia AZ a BVP (napríklad začiatok straty vody z primárneho okruhu)

Nakoľko v projekte V213 sú čerpadlá TVD napájané zo zaisteného napájania II. kategórie, ktoré je po SBO nedostupné, udalosť SBO vedie vždy k strate UHS s určitým časovým oneskorením. To znamená, že dôsledky tejto kombinácie udalostí sú rovnaké ako pre samotnú udalosť SBO. Pozri kapitoly body 3.1 a 3.2.

3.3.2 Externé činnosti smerujúce k prevencii poškodenia paliva

Nakoľko v projekte V213 sú čerpadlá TVD napájané zo zaisteného napájania II. kategórie, ktoré je po SBO nedostupné, udalosť SBO vedie vždy k strate UHS s určitým časovým oneskorením. To znamená, že dôsledky tejto kombinácie udalostí sú rovnaké ako pre samotnú udalosť SBO. Pozri kapitoly body 3.1 a 3.2.

3.3.3 Opatrenia, ktoré je možné prijať na zvýšenie odolnosti elektrární v prípade straty primárneho UHS kombinovaného s SBO

Opatrenia navrhované v kapitolách 3.1.5 a 3.2.5 sa zaoberajú aj kombináciou UHS a SBO.

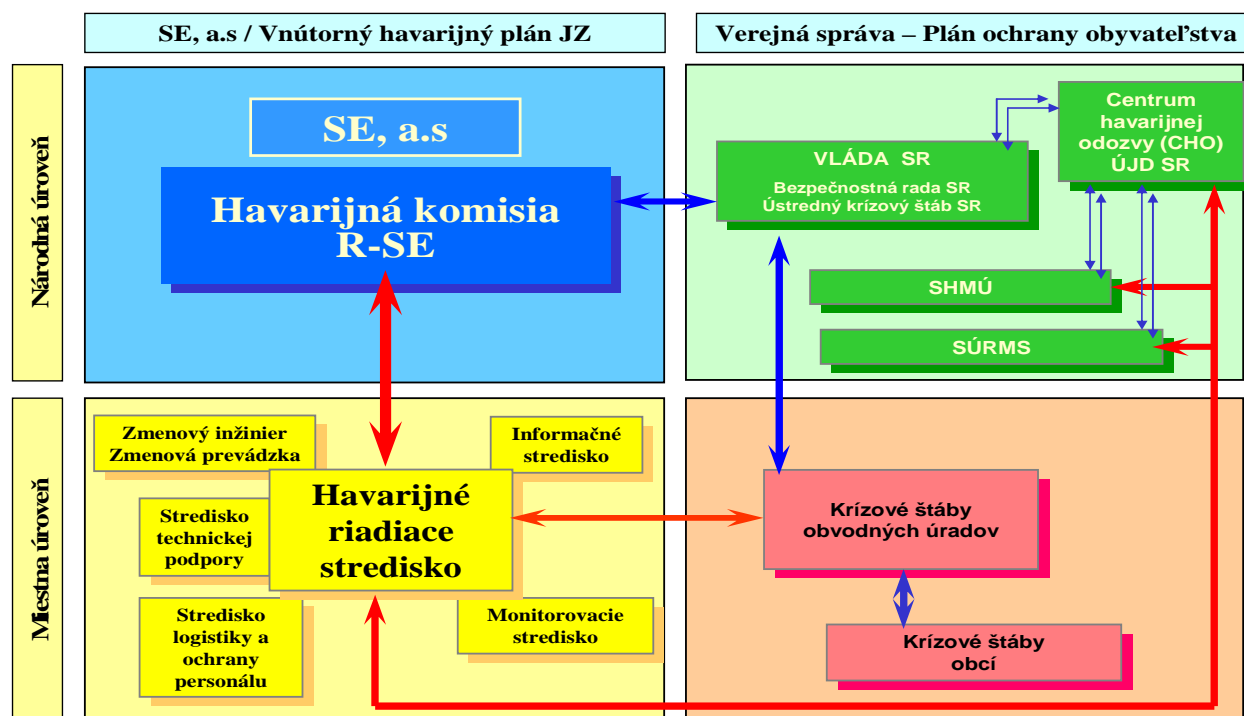
4 RIADENIE ŤAŽKÝCH HAVÁRIÍ

Riadenie ťažkých havárií je podobné pre všetky štyri bloky tak z pohľadu príslušných technických prostriedkov, ako aj organizačných opatrení s niekoľkými výnimkami, ktoré sa vzťahujú na odlišné vlastnosti príslušnej lokality. Pre MO3,4, ktoré sú v súčasnosti vo výstavbe sa tiež plánuje zaviesť podobné opatrenia. Nasledujúci text preto platí pre všetky bloky, pričom na príslušných miestach sú uvedené poznámky týkajúce sa jednotlivých rozdielov.

4.1 Organizácia a opatrenia držiteľa licencie na riadenie havárií

Havarijné plánovanie a pripravenosť (HPP) patria medzi základné zodpovednosti jadrových elektrární. Proces HPP komplexne zabezpečujú a riadia odborné útvary závodu na základe procesnej dokumentácie v rámci integrovaného systému manažérstva ISM. ISM jasne definuje požiadavky a zodpovednosti za jednotlivé časti havarijného plánovania a pripravenosti.

Systém HPP je implementovaný v súlade s medzinárodnými požiadavkami a metodikami MAAE. Systém je v súlade so všetkými požiadavkami slovenskej legislatívy, špecificky so zákonom č. 541/2004 o mierovom využívaní atómovej energie (Atómový zákon) a o zmenách a doplnení niektorých zákonov a vyhlášky č. 55/2006 o podrobnostiach v havarijnom plánovaní pre prípad nehody alebo havárie. Cieľom HPP je zabezpečiť technickú, personálnu a dokumentačnú pripravenosť personálu elektrárne a zainteresovaných externých organizácií na účinné riadenie výnimočných udalostí. Tento strategický cieľ je v súlade s politikami SE, a. s., transformovaný na úrovni jednotlivých závodov do špecifických dlhodobých a krátkodobých cieľov a úloh. HPP jadrových blokov je integrovaná do národnej organizácie havarijnej odozvy Slovenskej republiky (pozri obr. 14), pričom zodpovednosť za havarijnú pripravenosť na národnej úrovni nesie vláda SR.



Obr. 14: Národná organizácia havarijnej odozvy SR

Navrhovaná stratégia havarijnej pripravenosti vychádza z vývoja akejkoľvek udalosti s možným vonkajším dopadom a obsahuje systém činností závisiacich na jej významnosti. Havarijná odozva je organizovaná v dvoch základných fázach. V prvej fáze udalosti sú prijímané opatrenia na riešenie havárie z blokovej dozorne (BD) postihnutého bloku so zásahmi štandardného zmenového personálu. V druhej fáze havarijnej odozvy preberá riadenie havárie Havarijná komisia (HK), ktorá sa schádza v Havarijnom riadiacom stredisku na lokalite do 60 minút mimo pracovnej doby a do 20 - 30 minút v pracovnej dobe po vydaní aktivačného signálu. Za špecifických podmienok sa HK schádza v Záložnom Havarijnom stredisku v Trnave a Leviciach.

HPP každej z JE odráža príslušné črty danej lokality, vrátane rozloženia obyvateľstva okolo nej. Lokalita Bohunice sa nachádza v blízkosti obce Jaslovské Bohunice, približne 12 km od mesta Trnava a približne 14 km od mesta Piešťany. V zóne pokrytej Havarijným plánovaním, ktorá má polomer 21 km, žije približne 285 000 obyvateľov. Podobne, lokalita Mochovce sa nachádza v blízkosti obce Mochovce (obyvatelia obce boli vysťahovaní pred začiatkom výstavby), približne 12 km od mesta Levice, približne 14 km od mesta Zlaté Moravce a 11 km od mesta Vráble. V zóne pokrytej Havarijným plánovaním, ktorá má polomer 20 km, žije približne 159 000 obyvateľov.

V zónach Havarijného plánovania EBO a EMO s polomerom 21 km, resp. 20 km sú vypracované vonkajšie havarijné plány. Rádiologické kritériá (úrovne zásahu) pre zavedenie núdzových ochranných aktivít sú definované v Uznesení vlády SR č. 345/2006 Zb. Vonkajšie havarijné plány sú v súlade s Vnútrojnými havarijnými plánmi JE.

Zóna Havarijného plánovania je rozdelená do 16 sektorov. Pre potreby havarijnej odozvy v prípade špecifickej havárie je okolie elektrárne rozdelené do nasledovných zón:

- Zóna vylúčenia
- Zóna s preventívnymi opatreniami
- Zóna s plánovaním urgentných ochranných opatrení

V týchto zónach sú prijímané príslušné opatrenia v súlade s predpismi a dokumentáciou OHO na základe predpovede vývoja havárie. Havarijné zóny vrátane evakuačných trás sú pre obe lokality znázornené na obr. 15 a 16.



Obr. 15: Mapa lokality JE V-2 Bohunice s vyznačenými pásmami a evakuačnými trasami



Obr. 16: Mapa lokality Mochovce s vyznačenými pásmami a evakuačnými trasami

4.1.1 Organizácia držiteľa licencie na riadenie havárií

4.1.1.1 Obsadenie zmien a riadenie zmien počas normálnej prevádzky

Organizácia zmenovej prevádzky

Prevádzku oboch blokov elektrární zabezpečujú zamestnanci elektrárne v zmenovej prevádzke. Minimálny počet zmenového personálu a jeho odborné zloženie podlieha schváleniu ÚJD SR. Zmenový inžinier (ZI) má plnú právomoc a zodpovednosť za bezpečnú prevádzku. ZI priamo operatívne riadi vedúcich reaktorových blokov (VRB), zmenových majstrov PO, SO, elektro, technických pracovníkov vodného hospodárstva, SKR, radiačnej bezpečnosti a technika chémie.

Bloková dozornia (BD) je najdôležitejším pracoviskom v JE. V blokovej dozorni sa nachádza dočasné pracovisko ZI pre výkon jeho činností počas výnimočných prevádzkových udalostí.

Havarijné riadiace stredisko (HRS) je záložným pracoviskom pre prípad neobývateľnosti BD alebo pre prípad, že reaktor a havarijné systémy nie je možné ovládať z BD.

Do organizácie zmeny patria aj ďalšie útvary:

- Personál fyzickej ochrany - zabezpečuje fyzickú ochranu a prevádzku riadiaceho centra fyzickej ochrany (RC FO), priechodnosť únikových ciest z ohrozených objektov a priestorov, monitorovanie počtu osôb v lokalite.
- Závodný hasičský útvar (ZHÚ) zabezpečuje pohotovosť požiarnej techniky, prevádzku ohlasovne požiarov a vyhlasuje požiarnej poplach. ZHÚ na zmene disponuje personálom v týchto funkciách: veliteľ zmeny ZHÚ (1), veliteľ družstva (2), hasič záchranár (13 v JE V-2 Bohunice a 9 v EMO1,2) a hasič - operátor ohlasovne požiarov (1).

4.1.1.2 Opatrenia umožňujúce optimálne zásahy personálu

Sú vypracované pokyny a predpisy pre personál na riadenie havarijných – núdzových situácií.

Základné zásady a predpisy OHO sú popísané v vnútornom havarijnom pláne (VHP), havarijných prevádzkových predpisoch (HPP), havarijných pokynoch pre implementáciu VHP, smerniciach pre riadenie ťažkých havárií (SAMG) a príslušnej technickej dokumentácii závodu. Tieto predpisy definujú zodpovednosti a kompetencie personálu elektrárne a členov OHO. HPP a SAMG sú podrobnejšie popísané v časti 4.1.1.5.

Netechnické zásahové skupiny - ZHÚ, FO, policajný zbor sú okamžite k dispozícii na lokalite a využívajú sa na záchranárske, lokalizačné a obnovovacie činnosti okamžite po udalosti. Ochrana zásahového personálu počas havarijných stavov z hľadiska ožiarenia a kontaminácie je jednou z najdôležitejších častí havarijnej odozvy. Po vyhlásení udalosti sa podľa závažnosti začnú uplatňovať opatrenia na ochranu zamestnancov a ďalších osôb v lokalite v zmysle dokumentácie OHO.

Krátkodobé zhromaždiská civilnej ochrany (CO)

Zhromaždiská CO nachádzajúce sa v priestoroch elektrárne slúžia na zhromažďovanie personálu elektrárne. Tieto zariadenia zabezpečujú podmienky pre krátkodobý pobyt pri použití prostriedkov individuálnej ochrany. Všetky zhromaždiská CO sú vybavené základnými prostriedkami individuálnej ochrany v množstve podľa kapacity zhromaždiska, umožňujúcimi evakuáciu zo zhromaždisk do evakuačných dopravných prostriedkov. V zhromaždiskách CO sa nachádzajú spojovacie prostriedky, ručné dozimetre na meranie povrchovej kontaminácie a dávkového príkonu, zdravotnícky materiál a pitná voda. Celková kapacita zhromaždisk je približne 500 osôb v JE V-2 Bohunice a 800 osôb v EMO1,2.

Stále úkryty CO

Stále úkryty sa využívajú na ukrytie zamestnancov a záchranárskeho personálu. Slúžia aj na distribúciu prostriedkov individuálnej ochrany a špeciálnych zariadení záchranárskeho personálu. Stále úkryty CO spĺňajú podmienky na dlhodobý pobyt záchranárskeho personálu v súlade s Vyhláškou MV SR č. 532/2006 o podrobnostiach na zabezpečenie stavebnotechnických požiadaviek a technických podmienok zariadení CO. Kapacita úkrytov je 600 osôb v JE V-2 Bohunice a 1 200 osôb v Mochovciach.

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 ručnými dozimetrami na meranie povrchovej kontaminácie a dávkového príkonu. V úkrytoch je pripravený zdravotnícky materiál, voda vo fľašiach a PIO.

Ochrana zásahového personálu v rámci OHO

Strediská OHO

Pre výkon činností OHO je lokalita vybavená priestormi pre havarijnú odozvu vrátane nástrojov na zisťovanie a hodnotenie havarijných udalostí a pre logistiku.

Blokové dozorne

Bloková a núdzová dozorná nachádzajúca sa v budove reaktora na úrovni + 9,6 m sú hlavnými centrami riadenia havarijnej odozvy. Majú dostatočné osvetlenie, vzduchotesnosť a ventiláciu, ktoré zabezpečujú pobyt po dobu požadovanú na riadenie elektrárne počas havárií bez vystavenia personálu vyšším expozičným dávkam ako je prípustné. Núdzové dozorne sú k dispozícii v prípade BD a sú schopné zabezpečiť základné bezpečnostné funkcie. BD a ND sú umiestnené v oddelených požiarnych úsekoch a sú chránené vnútorným pretlakom proti vniknutiu škodlivých látok. BD a ND sú vybavené filtračno-ventilačnými zariadeniami s filtrami určenými na záchyt rádioaktívnych látok. Blokové dozorne sú vybavené komunikačnými prostriedkami (telefón, fax, rádiostanice, rozhlas), zásobou vody a PIO.

Havarijné riadiace stredisko (HRS)

Každá lokalita je vybavená havarijným riadiacim strediskom vrátane potrebného vybavenia. Strediská sa nachádzajú v odolných a hermetických úkrytoch a spĺňajú kritériá Vyhlášky MV SR č. 532/2006 stanovujúcich podrobnosti pre zaistenie stavebnotechnických požiadaviek a technických podmienok na priestory CO. Sú seizmicky odolné a chránené proti prenikaniu rádioaktívnych látok v prípade ťažkej havárie alebo iných nebezpečných látok.

BD a ani ND neumožňujú dlhodobý pobyt personálu v prípade ťažkej havárie. Z toho dôvodu je v budove HRS JE V-2 Bohunice vybudovanej v rámci projektu implementácie SAM vytvorené pracovisko pre operatívny personál oboch blokov BD3, BD4, ktoré poskytuje podmienky pre dlhodobý pobyt. Podobné pracovisko bude vybudované aj v priestoroch STP EMO1,2 v rámci projektu SAM.

HRS je vybavené komunikačnými prostriedkami na komunikáciu s ostatnými pracoviskami zainteresovanými na odozve na havarijnú situáciu. Je vybavené technologickým informačným systémom poskytujúcim prevádzkové údaje z oboch reaktorových blokov, TDS, on-line transfer technologických a radiačných údajov do ÚJD SR, softvér ESTE pre určenie zdrojového člena, klasifikáciu udalosti, prognózu a hodnotenie následkov havárie. Telekomunikačnú technológiu tvoria telefónne linky s prístupom do verejnej telefónnej siete, vyžarovače pre použitie mobilných telefónov, faxy, rozhlas a rádiokomunikačná sieť. Členovia Havarijnej komisie majú k dispozícii prevádzkovú dokumentáciu pre riadenie havarijných stavov, havarijné prevádzkové postupy, havarijné pokyny a príslušnú prevádzkovú dokumentáciu elektrárne.

Súčasťou HRS je pracovisko pre OTP BD a slúžiaceho ZI, použiteľné v prípade vzniku ťažkej havárie. Toto pracovisko bude dobudované v rámci projektu SAM.

HRS poskytuje podmienky pre dlhodobú prácu HK na minimálne 5 dní. HRS je využiteľné aj v prípade extrémnych prírodných podmienok a je prístupné buď po vonkajších cestných komunikáciách (za predpokladu ich prejazdnosti), prípadne náhradnou dopravou mimo komunikácií (obrným transportérom).

Záložné HRS

Slúži ako záložné pracovisko HRS namiesto HRS v prípade nepriaznivých radiačných alebo poveternostných podmienok na lokalite. Je umiestnené v objekte LRKO Trnava a Levice a umožňuje krátkodobý pobyt členov havarijnej komisie. V záložnom HRS sú k dispozícii on-line informácie z Technologického informačného systému oboch blokov a z teledozimetrického systému, softvér ESTE na určovanie zdrojového člena, klasifikáciu udalosti, stanovenie prognózy a hodnotenie následkov havárie.

Ďalej sú k dispozícii spojovacie prostriedky (telefón, fax, rádiostanice) a technická dokumentácia. Budova je zabezpečená autonómym elektrickým napájaním. Pre monitorovanie radiačnej situácie sa využívajú prenosné dozimetre na meranie dávkového príkonu a povrchovej kontaminácie. Budova vzhľadom na vzdialenosť od lokality nie je chránená proti prieniku rádioaktívnych a nebezpečných látok a nie je seizmicky odolná.

Monitorovacie stredisko – vonkajšie vyhodnocovacie stredisko

Strediská sú umiestnené v objekte LRKO Trnava a Levice. Slúžia na monitorovanie, vyhodnocovanie a určenie prognózy radiačnej situácie v príslušnej lokalite a jej okolí. Strediská sú vybavené TDS, softvérom ESTE na určovanie zdrojového člena, stanovenie prognózy a ohodnotenie následkov havárie a aplikáciou GISMON a záložnou aplikáciou RMMS na monitorovanie pohybu monitorovacích vozidiel. V LRKO sú spojovacie prostriedky (telefón, fax, rádiostanice) a dokumentácia pre riešenie havarijných situácií, pre zásahový personál, pitná voda a PIO. Pre prípad straty napájania je budova vybavená nezávislým zdrojom napájania – dieselgenerátorom izolovaným od vonkajšej siete. Budova LRKO plní len základné funkcie pre krátkodobý pobyt osôb. Budova je bez filtračno-ventilačného zariadenia, t. j. nie je chránená proti prieniku rádioaktívnych a nebezpečných látok, nie je seizmicky odolná a je bez zásoby vody určenej na dekontamináciu pre zásahový personál. Budova nespĺňa požiadavky na dlhodobý pobyt v prípade havárie alebo extrémnych poveternostných podmienok.

Osobné ochranné prostriedky

Osobné ochranné prostriedky (OOP alebo prostriedky individuálnej ochrany PIO) zahŕňajú prostriedky na ochranu dýchacích ciest, očí a tela na zaistenie primeranej ochrany proti radiačným účinkom. Tieto prostriedky sú dostupné pre všetky osoby v lokalite.

Pracoviská nepretržitej prevádzky - prevádzka JZ, RC FO, ZHÚ, stanovišťa OaB SE a jednotky PZ, úkryty a zhromažďiská CO sú vybavené ochrannými maskami s filtrami na záchyt nebezpečných a rádioaktívnych látok, osobnými ochrannými balíčkami jednotlivca, jódevými tabletkami a osobnými dozimetrami. Pre zamestnancov zmenovej prevádzky a členov zásahových jednotiek OHO, ktorí sa svojou činnosťou v kontaminovanom priestore podieľajú na likvidácii havarijnej udalosti sú určené špeciálne prostriedky, t. j. špeciálny ochranný oblek a dýchací prístroj. Ak je potrebné, personál zasahujúci v kontrolovanom páse je vybavený dýchacími prístrojmi. Použitie špeciálnych PIO umožňuje personálu a službukonajúcim osobám pobyt v kontaminovanom prostredí a vykonanie potrebných technologických a záchranárskych prác.

Voda potrebná na funkcie hygienickej slučky

K dispozícii sú zásoby vody potrebné pre prevádzku hygienickej slučky a dekontamináciu. V JE V-2 Bohunice sú zásoby vody skladované v nádržiach systému vody s celkovým objemom 30 000 litrov. V EMO1,2 sa voda skladuje v nádržiach s objemom 3 200 litrov. Nádrže sú trvalo naplnené vodou, okamžite pripravené k použitiu. Kvalita vody je pravidelne kontrolovaná.

Pre dekontamináciu je v HRS JE V-2 Bohunice nainštalovaná zásobná nádrž úžitkovej vody s objemom 11 000 litrov. Nádrž je trvalo napustená vodou a kvalita vody je pravidelne kontrolovaná. Zásoba vody na dekontamináciu v množstve 2000 l/1 deň je v súlade s legislatívou a je dostatočná a je nezávislá od verejného rozvodu úžitkovej vody v EBO. Ako zásobu úžitkovej vody je možné využiť prostriedky ZHÚ (4 cisterny ZHÚ s celkovým objemom 22 900 litrov), zásoby chladiacej vody, TVD a čirej vody.

V EMO1,2 je ďalšou možnosťou zabezpečenia vody potrebnej na dekontamináciu využitie zásob požiarnej vody cez prostriedky ZHÚ o objeme 36 000 litrov. Na prízemí prevádzkovej budovy sú prípojky pre napojenie požiarnej hadice z výtlaku čerpadla automobilovej cisternovej striekačky. Pri zohľadnení potreby úžitkovej vody na dekontamináciu (2,5 litra – ruky, 40 litrov – sprchovanie) a využítí prečerpania vody z cisterien, je zásoba pre cca 922 osôb/deň.

Ďalšou možnosťou je využitie zásob pitnej vody napustenej do nádob v krytoch.

Pitná voda a potraviny pre zásahový personál

JE V-2 Bohunice má okamžite dostupné zásoby vody v úkrytoch a zhromaždiskách CO, v prevádzkových priestoroch, v LRKO a na vrátniciach v objeme cca 645 litrov. Ďalšia zásoba je v závodných bufetoch a jedálňach v objeme cca 900 litrov. V HRS JE V-2 Bohunice je pripravená pitná voda vo fľašiach v objeme 90 litrov. Po dokončení uzla pitnej vody v HRS JE V-2 Bohunice a pri uvažovaní potreby pitnej vody v súlade s legislatívou, 3 l na osobu na deň, bude zásoba pitnej vody postačovať na 3 dni. Mrazená strava pre zmenovú prevádzku JE V-2 Bohunice je zabezpečovaná v jedálni. Súčasná zásoba mrazenej stravy je cca 500 ks. Ďalšia zásoba stravy v počte cca 50 ks je v objekte HRS JE V-2 Bohunice, určená najmä pre členov HK JE V-2 Bohunice a OTP BD.

EMO1,2 má okamžite dostupné zásoby 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 1 500 litrov. V HRS EMO1,2 je pripravená pitná voda vo fľašiach v objeme 165 litrov. Ďalšou možnosťou zásob pitnej vody sú nádoby v krytoch o objeme 41 950 litrov. Nádoby sú za normálnych okolností prázdne. Po zvolaní členov úkrytového družstva do úkrytu a vyhlásení klasifikovanej udalosti členovia úkrytového družstva otvoria hlavné uzávery a napustia uvedené nádoby. Pri zohľadnení doporučenej potreby pitnej vody v súlade s legislatívou (3 litre osoba/deň), je uvedená zásoba dostačujúca pre zabezpečenie pitného režimu pre 1 000 osôb na približne 14 dní. Ak je k dispozícii len minerálna voda, zásoby zabezpečia pitný režim pre 739 osôb/deň. Mrazená strava pre zmenovú prevádzku EMO1,2 je zabezpečovaná v jedálni. Súčasná zásoba mrazenej stravy je cca 3,000 ks. V prípade potreby je možné využiť i zásoby balenej stravy v bufetoch.

Monitorovanie radiačnej situácie v lokalite a radiačná ochrana pracovníkov

Údaje o radiačnej situácii v prevádzkových priestoroch a na vybraných miestach sa získavajú pomocou systému radiačnej kontroly a detektorov TDS systému. Na území JZ sú inštalované detektory na meranie dávkového príkonu na prevádzkových budovách (5 alebo 6 miest). Meranie v iných miestach sa vykonáva pomocou prenosných prístrojov.

Na zhromaždiskách CO, v krytoch CO, ZHRS, BD, DRK, ZI, RC FO a na vrátnici je dávkový príkon monitorovaný kontinuálne. Pracovníci, prichádzajúci do elektrárne za účelom zásahu alebo vystriedania zmeny, dostanú svoje PIO na hlavnej vrátnici. Takto sú vybavené aj externé jednotky

hasičov, zdravotnej služby, polície, vodiči evakuačných vozidiel a iní. ZHÚ disponuje svojím nezávislým dozimetrickým vybavením na monitorovanie dostaných dávok.

V prípade radiačnej udalosti existuje riziko nadmernej dávky pre zamestnancov vykonávajúcich záchranné a lokalizačné práce (záchrannárske tímy). Dávkové limity pre tieto situácie sú určované v súlade so slovenskou legislatívou.

4.1.1.3 Použitie externej technickej podpory pre riadenie havárií

Spôsob a rozsah spolupráce s externými štátnymi orgánmi zainteresovanými na havarijnom plánovaní je určený platnou legislatívou (zainteresované organizácie zahŕňajú ÚJD SR, Ministerstvo vnútra SR, Ministerstvo zdravotníctva SR – Úrad verejného zdravotníctva SR, Oddelenie civilnej ochrany a oblastné riaditeľstvo krajského úradu v zóne havarijného plánovania).

Pre zaistenie odbornej technickej a personálnej pomoci v prípade havárií boli uzatvorené zmluvy o spolupráci s kvalifikovanými externými organizáciami, špecificky s VÚJE, a.s. a AB Merit. V Bohuniciach zabezpečuje spoločnosť SE, a. s., špecializované služby pre monitorovanie areálu prostredníctvom havarijných monitorovacích skupín, strážnej služby a dekontaminačných služieb pre prípady havárií.

Dohody o spolupráci boli uzavreté s externými organizáciami v oblasti doplnkového radiačného monitorovania okolia JE, zdravotníckych služieb, požiarnických služieb, atď. Dohoda o vzájomnej spolupráci bola tiež podpísaná s OR HaZZ (Trnava a Levice) pre zdoľávanie požiarov, odstraňovanie následkov havárií, živelných pohrôm a iných mimoriadnych udalostí.

Orgány a organizácie podieľajúce sa na technickej podpore sú vybavené vlastným zariadením a majú pre tento účel vyškolených a vycvičených zamestnancov.

Riaditeľstvo SE, a. s., zabezpečuje zmluvné vzťahy s klinikami stanovenými Ministerstvom zdravotníctva SR pre trvalú pripravenosť určených kliník a na poskytovanie špecializovaných zdravotníckych služieb v prípade mimoriadnych udalostí v JE alebo počas prepravy rádioaktívneho materiálu. SE, a. s., má tiež dohodu 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., pri vykonávaní činností potrebných na zdoľávanie a odstraňovanie následkov požiarov a jadrovej havárie, pri obnove postihnutého územia, vrátane výpomoci v areáli týchto závodov.

4.1.1.4 Závislosť od funkcií ostatných reaktorov v tej istej lokalite

Obe JE – JE V-2 Bohunice aj EMO1,2 sú naprojektované a prevádzkované ako dvojbloky. Na úrovni projektovej a nadprojektovej sú všetky požadované bezpečnostné funkcie zabezpečované špecifickými blokovými zariadeniami bez potreby podporných funkcií zo susedného bloku. Jediné relevantné prepojenie so vzťahom k bezpečnosti je v rámci systému TVD a SHN, kde je časť systémov (časti potrebné pre prídavnú surovú vodu, nádrže a časť potrubí) spoločná pre oba bloky. Vo všeobecnosti sú čiastočne zdieľané alebo spoločné systémy určené výlučne pre normálnu prevádzku (čistenie médií, nádrže odvodňovacích systémov, pomocné prevádzkové systémy). Existuje možnosť zdieľania zdrojov (médiá, chladiivo) medzi blokmi cez podporné potrubné systémy, ale táto vlastnosť sa považuje len za možnosť pre nadprojektové situácie s veľmi malou pravdepodobnosťou.

Projektové modifikácie pre ťažké havárie sú projektované pre každý jeden blok s výnimkou nádrží SAM externého zdroja vody a superhavarijného napájania (SAM DG), ktoré sú spoločné pre oba bloky. Vhodnosť tohto riešenia bola schválená zásadami projektu SAM, v ktorom sa ťažká havária predpokladala len u jedného bloku. Vhodnosť tohto riešenia sa môže v budúcnosti prehodnotiť.

4.1.1.5 Postupy, školenia a cvičenia

Symptómovo orientované HPP a rozsiahle SAMG konzistentné s príslušnými technickými opatreniami na realizáciu požadovaných činností predstavujú základné komponenty procesnej podpory riadenia havárií a prijímanie rozhodnutí skupinami BD a OHO.

Implementácia Symptómovo orientovaných HPP

Vypracovávanie nástroja pre riadenie projektových a nadprojektových havárií je riadený proces prebiehajúci v etapách od roku 1995. Symptómovo orientované HPP pokrývajúce projektové a nadprojektové havarijné podmienky (až do tavenia aktívnej zóny) boli plne implementované v roku 1999 tak v JE V-2 Bohunice, ako aj v EMO1,2 (pre udalosti iniciované počas výkonovej prevádzky) a v roku 2006 (pre udalosti iniciované pri odstavenom reaktore resp. v BVP). Išlo o prvý potrebný krok, ktorý umožňuje vypracovanie programu riadenia ťažkých havárií.

Vývoj a implementácia symptómovo orientovaných SAMG – projekt SAM

Po ukončení HPP sa ďalším cieľom stalo rozšírenie riadenia havárií na zmiernenie ťažkých havárií. Prvým krokom bol komplexný analytický projekt PHARE 4.2.7 Analýza nadprojektových havárií a riadenie havárií, realizovaný v rokoch 1996 - 1998. Hlavnými cieľmi tohto projektu bola analýza odozvy JE typu VVER440/213, identifikácia mechanizmov zlyhania kontajmentu v podmienkach ťažkej havárie a preverenie aplikovateľnosti základných stratégií identifikovaných pre západné kontajmenty na kontajmenty V213. Na tento projekt nadväzovali dva ďalšie projekty PHARE 2.06 Analýza potreby a alternatív filtrovaného vetrania kontajmentov a PHARE 2.07 Riadenie vodíka počas ťažkých havárií, ktoré boli ukončené v roku 1999. Tieto tri projekty, spoločne realizované firmou Westinghouse a výskumnými ústavmi zo SR, ČR a Maďarska sú komplexnou štúdiou zraniteľnosti blokov V213 v podmienkach ťažkej havárie a prípravnou fázou pre implementáciu AM pri ťažkých haváriách iniciovaných internými udalosťami.

Na základe analýz z uvedených projektov bola v roku 2000 vypracovaná pravdepodobnostná štúdia PSA L2 pre JE V-2 Bohunice, ktorá bola jedným z východiskových podkladov pre vývoj špecifických smerníc pre riadenie ťažkých havárií (SAMG).

SAMG boli vypracované v spolupráci so spoločnosťou Westinghouse v spoločnom projekte JE V-2 Bohunice a EMO1,2 počas obdobia od roku 2002 do roku 2004. Na rozdiel od podobných projektov u západných JE bolo rozhodnuté zmierniť alebo eliminovať všetky identifikované mechanizmy zraniteľnosti kontajmentu vhodnou modifikáciou resp. rozšírením základného projektu V213. Návrhy týchto kľúčových modifikácií boli vypracované v niekoľkých etapách a boli realizované viaceré analytické projekty zamerané na overovanie ich realizovateľnosti a účinnosti vyvinutých stratégií.

Projekt implementácie modifikácií potrebných pre riadenie ťažkých havárií bol navrhnutý v súlade s aktualizovanými požiadavkami slovenskej legislatívy v rokoch 2006 - 2008. Tieto modifikácie sa premietli do Integrálneho plánu nápravných opatrení z periodického hodnotenia bezpečnosti JE V-2 Bohunice a EMO1,2 (ukončeného v roku 2008 a 2009), schváleného v Rozhodnutí, ktorým ÚJD SR vydal povolenie na prevádzku na obdobie ďalších 10 rokov po Periodickej previerke bezpečnosti. Projekt implementácie SAM bol iniciovaný v roku 2009 ako spoločný projekt JE V-2 Bohunice a EMO1,2 s termínom ukončenia v roku 2013 v JE V-2 Bohunice a v roku 2015 v EMO1,2.

V počiatočnej etape Projektu implementácie SAM bol vypracovaný bezpečnostný koncept, ktorý definuje celkové bezpečnostné ciele, rozsah projektu, projektové základy pre novo inštalované a modifikované zariadenia. Bezpečnostný koncept bol schválený ÚJD SR.

Modifikácie a zmeny v rámci projektu sa realizujú počas odstávok blokov, pri prísnom dodržiavaní pravidiel riadenia kvality. Inštalácie a činnosti súvisiace s projektom sú zaradené do nasledujúcich skupín:

- Modifikácie súvisiace so schopnosťou riadeného odtlakovania PO;
- Modifikácie potrebné pre zaplavovanie šachty reaktora a externé chladenie TNR;
- Modifikácie súvisiace s riadením koncentrácie vodíka v kontajnmemente;
- Inštalácia a zodoľňovanie SKR potrebného pre riadenie ťažkej havárie;
- Modifikácie umožňujúceho prevenciu nadmerného podtlaku v kontajnmemente;
- Modifikácie umožňujúce doplňovať chladivo z externého zdroja do reaktora a do bazénu vyhoreného paliva a spoľahlivé, časovo obmedzené sprchovanie kontajnmementu z externého zdroja;
- Modifikácie umožňujúce doplňovať chladivo do šachty reaktora, bazénu vyhoreného paliva a do nádrží externého zdroja pomocou mobilného zdroja cez pripojenie na vonkajšom plášti HVB a BPP;
- Inštalácia nezávislého určeného 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 odôvodnenie), 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 kontajnmementu po ťažkej havárii je riešený obnovovaním prevádzkyschopnosti projektových zariadení bloku (sprchový systém kontajnmementu). Bola vypracovaná štúdia využiteľnosti alternatívnych systémov a štúdia realizovateľnosti obnovovania odvodu tepla z kontajnmementu.

Vzhľadom na to, že projekt implementácie SAM je zameraný na posilnenie 4. úrovne ochrany do hĺbky, boli v rámci prípravy projektu nadefinované požiadavky na projektové zásady, ktoré je potrebné pri vývoji konkrétnych HW riešení jednotne a konzistentne aplikovať. Tieto zásady sú v súlade so súčasnými národnými a medzinárodnými platnými požiadavkami na bezpečnosť. 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 obsahujú aktívne prvky priradené konkrétnemu bloku; pasívne prvky (nádrže, potrubia, atď.) a spotrebné hmoty (chladivo, palivo, atď.) môžu byť využívané pre oba bloky.

Dlhodobé aspekty ťažkých havárií sa dajú riadiť pomocou existujúcich systémov. Možno na to využiť zostávajúce zariadenia určené pre normálnu prevádzku, bezpečnostné systémy určené pre riadenie projektových havárií alebo systémy určené na riadenie ťažkých nadprojektových havárií. Je možné využívať zariadenia spoločné pre dva bloky alebo prepojenia medzi nimi.

Organizačné opatrenia na používanie predpisov a smerníc

Predpisy a smernice, pokyny pre núdzové situácie a ostatná dokumentácia sú k dispozícii na pracoviskách zásahovej zmeny. Personál je pravidelne školený na používanie predpisov. Zodpovednosti a spôsoby používania sú v príslušných dokumentoch jasne definované. Hlavné dokumenty zaoberajúce sa mimoriadnymi udalosťami zahŕňajú:

- Predpisy pre abnormálnu prevádzku;
- Havarijné prevádzkové postupy;
- Smernice pre riadenie ťažkých havárií;
- Požiarne predpisy;
- Pokyny pre núdzové stavy.

Predpisy pre abnormálnu a havarijnú prevádzku využívajú operátori v BD v prípade zlyhania komponentov a systémov JE vrátane havárií a vonkajších ohrození. Postupy sú špecifické pre daný blok a sú zamerané na prevenciu poškodenia aktívnej zóny. Prevádzkový personál BD prísne dodržiava HPP.

Po zvolaní HK a aktivácii STP ich členovia hodnotia a monitorujú vývoj havárie, plnenie kritických bezpečnostných funkcií a poskytujú rady pre výkon činností. STP je pre tieto činnosti vybavené špeciálnym dokumentom (príručkou STP).

Pri prechode od projektovej k nadprojektovej havárii nie sú HPP použiteľné a ďalšie rozhodnutia sa prijímajú na základe SAMG. Rozhodnutie o prechode z HPP na SAMG je vykonané na základe stanovených kritérií. Celkovým cieľom SAMG je zachovať integritu kontajneru a zabrániť alebo minimalizovať únik rádioaktívnych látok do okolia.

JE majú vypracovaný plán školení personálu, ktorý zaisťuje, že zamestnanci všetkých dotknutých závodov a SE, a. s., sú vhodne pripravení na realizáciu požadovaných opatrení. Pre členov organizácie havarijnej odozvy je zabezpečená osobitná odborná príprava, cvičenia a výcvik.

Inštruktáž o havarijnom pláne je súčasťou vstupného školenia všetkých nových zamestnancov. V ďalšom období je personál zaradený do programu základného periodického školenia, kde je podrobne oboznámený s organizáciou OHO. Školenie sa zaoberá aj zásadami radiačnej ochrany.

Školenie členov OHO

Úvodnou etapou havarijnej prípravy je teoretická príprava – školenie. Všeobecná teoretická príprava vo forme vstupného, úvodného a periodického školenia je povinná pre všetky osoby pracujúce v lokalite. Okrem toho, personál tvoriaci OHO je školený pre špecifické činnosti podľa jeho zaradenia. Po teoretickej príprave nasledujú praktické cvičenia.

Pre udržiavanie potrebných zručností a oboznamovanie sa so softvérovými a hardvérovými modifikáciami havarijného a podporných stredísk sú súčasťou školenia aj dve cvičenia havarijných zmien OHO v HRS, STP, SLOP, MS a IS za rok. Školenie je možné kombinovať s havarijnými cvičeniami alebo skúškami technických prostriedkov. Príkladmi týchto cvičení sú pripojenie a komunikácia, zdolávanie požiaru, monitorovanie radiačnej situácie, evakuácia z ohrozených oblastí. Zásahové družstvo zmeny absolvuje nácvik z činností zameraných na zdravotnícku pomoc, na pomoc ZHÚ a spohotovenie úkrytu CO. Rozličné zásahové skupiny a špeciálne policajné jednotky majú programy prípravy spojené s ich špecifickými činnosťami. Sú tiež školení ako členovia OHO. Hasiči a prevádzkový personál vykonáva cvičenia spojené aj napr. s havarijným doplňovaním PG alebo dodávkou vody mobilnými prostriedkami pri simulovanej strate surovej vody.

Operátori BD sú pravidelne školení a preverovaní v súlade s licenciou prevádzkovateľa. Sú školení na plno rozsahovom simulátore.

Cvičenia členov OHO a HK (všetky zmeny) sa vykonávajú dvakrát do roka. Na simulátore sa vykonáva praktický výcvik spolu s personálom BD podľa ročného harmonogramu.

Celozávodné cvičenia, na ktorých sa podieľajú oddelenia OHO a ostatné osoby pracujúce v lokalite, sa vykonávajú raz za rok za účelom preukázania havarijnej pripravenosti v súlade s Havarijným plánom.

Súčinnostné cvičenie so zapojením externých orgánov a organizácií sa vykonáva 1x za 3 roky.

Vzdelávanie, školenia a cvičenia personálu OHO sú pravidelne kontrolované ÚJD SR počas inšpekcií.

4.1.1.6 Plány na posilnenie organizácie lokality pre riadenie havárií

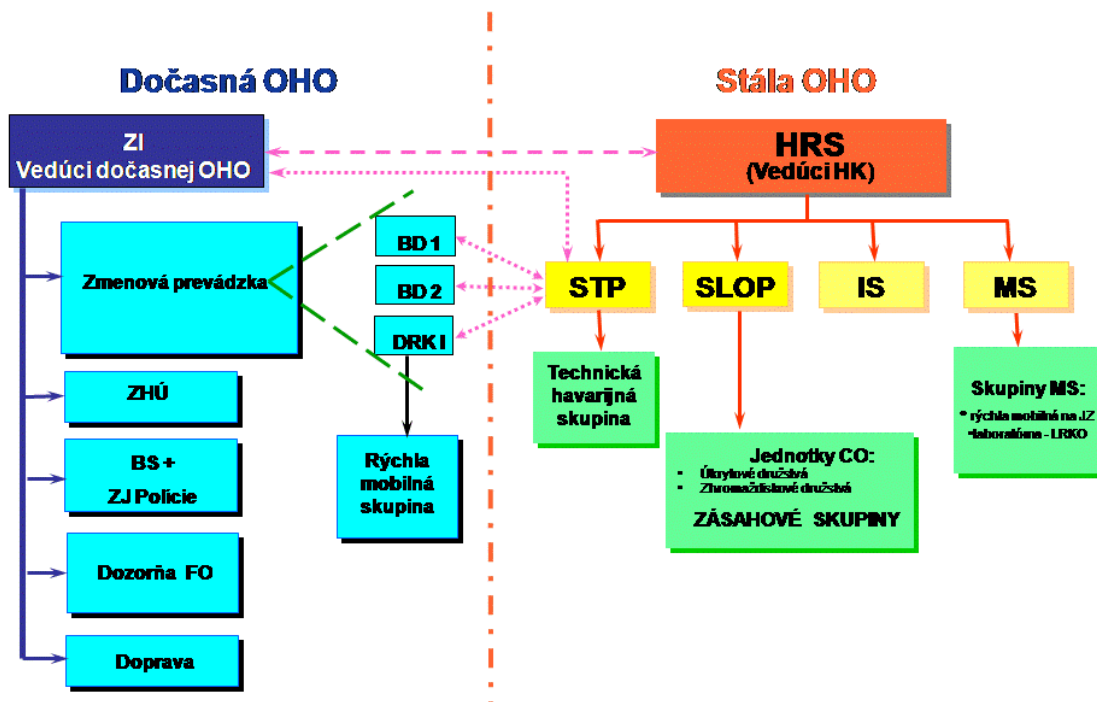
Organizácia havarijnej odozvy (OHO) zvažuje široké spektrum postulovaných udalostí od tých, ktoré majú zanedbateľný vplyv na okolie až po ťažké havárie. Klasifikácia udalostí do troch stupňov závažnosti je definovaná vo Vyhláske ÚJD SR č. 55/2006 Zb. o podrobnostiach v havarijnom plánovaní pre prípad jadrovej nehody alebo havárie:

1. 1. stupeň - POHOTOVOSŤ - je stav, pri ktorom je ohrozené alebo narušené plnenie bezpečnostných funkcií, sú narušené alebo nefunkčné bezpečnostné bariéry, hrozí únik alebo dôjde k úniku rádioaktívnych látok, 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. 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. 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 chladiacej 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 (obr. 17). Riaditeľ závodu je určeným Vedúcim OHO, ktorý deleguje svoje práva na službukonajúceho zmenového inžiniera a vedúceho zmeny HK. Rozhodnutia HK sú záväzné pre všetkých zamestnancov SE, a. s., a pre všetky osoby v lokalite. ZI je trvale zodpovedný za výkon všetkých zásahov na technologických objektoch.

ORGANIZÁCIA HAVARIJNEJ ODOZVY



Obr. 17: Dve fázy havarijnej odozvy

Havarijná odozva prebieha v dvoch fázach podľa obr. 17.

Havarijná odozva – prvá fáza

V prípade vzniku udalosti preberá riadenie OHO zmenový inžinier. Prvú fázu OHO 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 elektrárne a v jej okolí.

Na počiatku rozvoja udalosti slúžiaci ZI vykonáva najmä prvotné ohodnotenie a klasifikáciu udalosti, zabezpečuje vyhlásenie udalosti v priestoroch elektrárne a prípadne aj v okolí, spohotovuje potrebné zložky OHO, najmä HK a informuje pohotovostnú službu SE, a. s. Taktiež zabezpečuje prijatie neodkladných ochranných opatrení pre zamestnancov a v prípade potreby aj pre obyvateľstvo v okolí elektrárne, najmä varovanie, vyzoznenie príslušných orgánov a organizácií (ÚJD SR, MV SR, ÚVZ SR a krízové štáby v sídle krajov v oblasti ohrozenia).

Havarijná odozva – druhá fáza

Druhá fáza je iniciovaná v momente zhromaždenia HK v Havarijnom riadiacom stredisku (HRS) a podporných centrách OHO a koordinácie činností jednotlivých zložiek HK z HRS. V druhej fáze preberá riadenie všetkých činností v lokalite havarijná komisia.

Hlavné úlohy HK sú:

- riadenie a koordinácia všetkých činností podľa VHP;
- riadenie a koordinácia všetkých zložiek OHO;
- vyhlásenie ochranných opatrení pre osoby v lokalite;
- schvaľovanie havarijných dávok pre členov zásahových skupín;
- poskytnutie prvotnej správy a následných správ dozorným a nadriadeným orgánom s návrhom ochranných opatrení pre okolie elektrárne.

Členovia HK sú rozdelení do pracovných skupín nachádzajúcich sa v rozličných priestoroch:

HAVARIJNÉ RIADIACE STREDISKO (HRS) - pracovisko, v ktorom pracuje skupina koordinujúca skupiny OHO pri plnení opatrení na zmiernenie následkov nehody alebo havárie.

TECHNICKÉ PODPORNÉ STREDISKO (STP) - pracovisko pre podporu personálu blokovej dozorne postihnutého bloku. Vykonáva analýzu stavu postihnutého bloku a určuje prognózu vývoja udalosti a riadi činnosť BD pri ťažkej havárii podľa SAMG.

STREDISKO LOGISTIKY A OCHRANY PERSONÁLU (SLOP) – pracovisko pre koordináciu záchranných, lokalizačných, likvidačných a obnovovacích prác a pre prípravu a zavedenie prijatých ochranných opatrení.

MONITOROVACIE STREDISKO (MS) – pracoviská (na lokalite a mimo nej), ktoré vykonávajú monitorovanie a prognózu radiačnej situácie, odhad dávok na lokalite a mimo nej, prípravu podkladov na určenie ochranných opatrení na lokalite a mimo nej

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 vykonávajú pohotovostnú službu v týždenných intervaloch. V prípade vzniku udalosti sú na pokyn ZI členovia HK aktivovaní technickými prostriedkami nezávislého systému Paging a prostredníctvom vyzoznievacieho servera (automatická hlasová správa, SMS, e-mail) so spätným potvrdením prijatej informácie.

Po vyhlásení udalosti sa slúžiaca zmena HK sústreďuje v havarijnom riadiacom stredisku (HRS) alebo záložnom ZHRS v Trnave alebo Leviciach. Časový limit pre sústredenie členov HK EBO na určenom pracovisku je v pracovnej dobe 30 minút, v mimopracovnej dobe 60 minút od prijatia signálu.

4.1.2 Možnosti využívania existujúcich zariadení

4.1.2.1 Opatrenia umožňujúce používať mobilné zariadenia (disponovanie s takýmito zariadeniami, čas potrebný na ich inštaláciu v lokalite a na ich uvedenie do prevádzky)

V priestoroch jadrových elektrární sú k dispozícii rôzne mobilné zariadenia:

- Ponorné čerpadlá (v správe požiarneho útvaru a skupiny podpory prevádzky);
- Prenosné generátory (v správe hasičského útvaru);
- Mobilné DG (pre SBO) - sú v procese obstarávania;
- Mobilné požiarne čerpadlá (v správe požiarneho útvaru); dodatočné sú v procese obstarávania;
- Mobilný (prenosný) transformátor 6 KV/0,4 kV (v správe elektro);
- 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.

4.1.2.2 Zaistenie a riadenie dodávok (palivo pre dieselové generátory, voda a pod.)

Zásoba pracovných médií pre DG ako núdzových zdrojov elektrického napájania

V každej lokalite sú dva reaktorové bloky a každý blok má nainštalované 3 nezávislé núdzové zdroje elektrickej energie – dieselgenerátory (DG). Na odvod tepla je potrebná prevádzka jedného DG bloku.

Každý DG ako nezávislý núdzový zdroj zaisteného napájania II. kategórie je vybavený vlastnou palivovou nádržou 6 m³ a dvomi externými nádržami so zásobou paliva 100 m³ každá. Táto zásoba paliva postačuje na 240 hodín, t. j. 9 – 10 dní prevádzky na plnom výkone.

Zásoba ostatných materiálov pre riešenie havárií

Zásoba kyseliny boritej v granulovanej forme mimo technologických okruhov je 1000 kg v každej elektrárni.

Zásoba antidot (KI) na určených miestach v lokalite JE V-2 Bohunice je cca 8000 balení, v EMO1,2 približne 6 500 balení.

4.1.2.3 Riadenie rádioaktívnych výpustí, opatrenia na ich obmedzenie

Základným projektovým prostriedkom pre riadenie a obmedzovanie rádioaktívnych únikov je zachovanie funkcií kontajnementu. Všetky mechanizmy ohrozujúce funkcie kontajnementu počas ťažkých havárií sú popísané v špecifických smerniciach balíka SAMG. Využívanie novo inštalovaných systémov a modifikácií pre splnenie uvedených cieľov je nasledovné:

Integrita rozhrania kontajnementu	Rušič podtlaku Sprchovanie z určeného externého núdzového zdroja chladiva Pasívne autokatalytické rekombinátory Zachytenie v nádobe (ZVN) Odtlakovanie primárneho okruhu
VTMV	Odtlakovanie primárneho okruhu Mobilné čerpadlá cez SHN
Zníženie aktivity v kontajmente	Sprchovanie z určeného externého núdzového zdroja chladiva
Dlhodobé riadenie tlaku v kontajmente	Sprchovanie z určeného externého núdzového zdroja chladiva Pasívne autokatalytické rekombinátory
Izolovanie trás cez stenu kontajnementu	Pôvodné projektové riešenia, zlepšenie monitorovania parametrov radiačnej situácie

Ako je podrobne rozobrané v kapitole 4.2, v rámci projektu implementácie SAM je inštalovaná sada modifikácií projektu resp. doplnenie nových systémov, ktoré zvyšujú spoľahlivosť vykonateľnosti stratégií v SAMG. Všeobecný popis je uvedený v príslušných častiach tejto 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 optimalizáciu dlhodobých zásahov.

Systém radiačnej kontroly je rozdelený na:

- Radiačnú kontrolu pracovného prostredia;
- Meranie dávkového príkonu žiarenia gama v prevádzkových priestoroch, HVB, BPP a areáli JE;
- Meranie objemovej aktivity plynov kontinuálnym odberom vzoriek vzduchu z jednotlivých miestností;
- Meranie objemovej aktivity aerosólov v prevádzkových priestoroch kontinuálnym meraním pomocou BDBA snímačov a prenosnými prístrojmi pre kontinuálne meranie aerosólov;
- Technologickú radiačnú kontrolu.

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.

4.1.2.4 Komunikácia a informačné systémy (interné a externé)

V prípade straty mobilnej a pevnej telefónnej siete sa na zabezpečenie komunikácie využívajú rádiostanice. Rádiostanice sú rozmiestnené najmä na útvaroch prevádzky, dozimetrie, elektro, SKR, údržby, FO a ZHÚ. Na komunikáciu so zásahovým personálom sú k dispozícii rádiostanice v zariadeniach OHO, t. j. v HRS, ZHRS Trnava a Levice a v úkrytoch CO. Celkovo sa na komunikáciu využíva približne 300 (v Mochovciach 400) rádiostaníc. ZHÚ je spojený rádiostanicou a telefonickou linkou s miestnou batériou s Krajským operačným strediskom HaZZ.

Technickým prostriedkom vyzrozumievacieho systému určeného na vyzrozumenie zamestnancov prevádzky a osôb zaradených do OHO sú pagery, ktoré zabezpečujú príjem jednosmernej informácie.

Slovenské elektrárne, a. s., po ukončení komplexných skúšok a úspešnom priebehu skúšobnej prevádzky uviedli do prevádzky nový moderný systém varovania a vyzrozumenia v 21 km okolí elektrárne Bohunice V-2. Pre jednosmerné informovanie starostov a primátorov obcí v oblasti ohrozenia JE V-2 Bohunice je rozdanych 308 pagerov. Prijímače sú určené na informovanie zástupcov samosprávy a štátnej správy v 21 km oblasti ohrozenia JE V-2 Bohunice. Pagery sú súčasťou systému vyzrozumenia JE V-2 Bohunice. Vyzrozumievacia pagingová rádiosieť je v prípade straty vonkajšej el. siete napájaná pevne zabudovanými záložnými napájacími zdrojmi, akumulátormi, ktoré umožňujú nepretržitú prevádzku 10 hodín. Vysielače a opakováče pagingového systému nie sú seizmicky odolné.

V oblasti ohrozenia EMO1,2 je pre jednosmerné informovanie starostov a primátorov obcí rozdanych 203 pagerov. Tieto prijímače sú určené na informovanie zástupcov samosprávy a štátnej správy v 20 km oblasti ohrozenia EMO1,2. Pagery sú súčasťou systému vyzrozumenia EMO. Paging spolu s vysielačou infraštruktúrou je nezávislým systémom na verejných komunikačných sieťach.

Sekundárnym technickým prostriedkom vyzrozumievacieho systému je oznamovací systém JE V-2 Bohunice ZUZANA alebo vyzrozumievací server EMO, ktorý zabezpečuje vyzrozumenie zamestnancov zaradených do OHO a zástupcov samosprávy a štátnej správy na mobilné a pevné telefónny prostredníctvom hlasových správ, SMS a e-mailov. Systém JE V-2 Bohunice ZUZANA a vyzrozumievací server EMO zabezpečujú pre odosielateľa správy spätnú väzbu o doručení príslušnej informácie. V prípade preťaženia verejných telefónnych sietí sa nezaručuje doručenie odosielanej informácie. Zariadenie nie je seizmicky odolné.

Zamestnanci elektrárne sú o vzniku mimoriadnej udalosti oboznámení závodným rozhlasom, ktorý je integrovaný do vnútorného systému varovania. V prípade potreby je možné využiť sirény (vnútorný systém varovania) na informovanie zamestnancov elektrárne o hroziacom nebezpečenstve.

Prostriedkom určeným na vyhlasovanie informácií pre personál EBO sú ručné megafóny, uložené v úkrytoch a zhromaždiškách, vo vozidlách OaB SE, PO a ZHÚ. Celkom je v JE V-2 Bohunice k dispozícii 8 ručných megafónov a 15 megafónov nainštalovaných vo vozidlách. Pre varovanie zamestnancov a obyvateľov v oblasti ohrozenia EMO, resp. JE Bohunice V-2 v prípade vzniku mimoriadnej udalosti sa využíva systém varovania EMO, resp. JE Bohunice V-2, ktorý má 186 resp. 353 koncových prvkov – elektronických sirén, so záložným zdrojom napájania minimálne 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 inštalovaný na území JZ a v budove LRKO v Trnave a Leviciach tvoria nasledovné komponenty:

- Celopodniková sieť s internetom, elektronickou poštou a vyhradenou elektronickou poštou na krízovú komunikáciu;
- Technologická informačná počítačová sieť STP;
- 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. Koncové informačné systémy sú nainštalované v strediskách OHO, na

pracoviskách OHO, v ZHRS a v sídle SE, a. s., a na ÚJD SR. Prostriedky informačného systému OHO majú zálohované elektrické napájanie.

4.1.3 Posúdenie faktorov, ktoré môžu mať negatívny vplyv na riadenie havárie a príslušné náhradné opatrenia

4.1.3.1 Významná deštrukcia infraštruktúry alebo zaplavenie znemožňujúce dostupnosť areálu

Členovia OHO vykonávajú svoju činnosť v Havarijnom riadiacom stredisku (HRS), ktoré je umiestnené na území elektrárne. Stavba má charakter odolného a plynutesného úkrytu a spĺňa požiadavky na zariadenia CO.

Úkryt je chránený proti prieniku rádioaktívnych látok v prípade ťažkej havárie na JZ a je 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, zdravotníckym materiálom, stravou, minerálnou vodou a PIO. Je nainštalované samostatné napájanie dieselgenerátorom. Vybavenie stredísk OHO vytvára podmienky pre dlhodobú činnosť HK. Pracovisko je využiteľné aj v prípade extrémnych prírodných podmienok, za predpokladu prejazdnosti vonkajších cestných komunikácií, prípadne náhradnou dopravou mimo komunikácií.

JE V-2 Bohunice

Doprava v okolí JE V-2 Bohunice je organizovaná tak, že hlavné ťahy (diaľnica D1, hlavný železničný ťah Bratislava - Žilina s uzlami Trnava a Leopoldov) prechádzajú vo vzdialenosti cca 6 km od areálu. Na hlavných cestách a železničných ťahoch v kraji nie sú úseky ťažko prechodné v prípade extrémnych prírodných podmienok, existuje však nebezpečenstvo vzniku mimoriadnych situácií pri havárii dopravných prostriedkov prepravujúcich nebezpečné škodliviny. Tieto úseky je možné obísť vďaka hustej dopravnej sieti okolo elektrárne.

Vzhľadom k veľkému geodetickému rozdielu v nadmorských výškach, geografickým pomerom a polohe vodného diela Sĺňava vzhľadom na areál JE V-2 Bohunice zostane minimálne jedna cestná komunikácia na transport personálu a materiálu do JZ v dôsledku lokálnej záplavy. To isté platí pre lokálne záplavy v dôsledku extrémnych zrážok a príválov zrážkových vôd z priľahlých extravilánov elektrárne.

Pri väčšom poškodení povrchu vozoviek a ich zaplavení je doprava slúžiacich členov HK JE V-2 Bohunice a zásahového personálu možná náhradnou dopravou mimo komunikácií prostriedkami MV SR - CO na základe dohody o spolupráci. Pre zabezpečenie záchranných, likvidačných a vyslobodzovacích prác je možnosť využiť 2 žeriavy a 2 valníky, ktoré má v súčasnej dobe k dispozícii útvar údržby.

Pre zabezpečenie činností 12 členov OHO JE V-2 Bohunice 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 JE V-2 Bohunice. Postupy pre dovoz zamestnancov pri neštandardných a extrémnych situáciách je popísaný v HPP.

EMO1,2

Elektrárneň sa nachádza v katastrálnom území obce Kalná nad Hronom, v blízkosti bývalej obce Mochovce, približne 12 km od Levíc, 14 km od Zlatých Moraviec a 11 km od Vrábľov. Najbližšími vodnými zdrojmi je 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 je možné vylúčiť aj zaplavenie areálu JE Mochovce v dôsledku poškodenia nádrží 2 x 6000 m³ vodojemu surovej vody 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 komunikácie na lokalitu Mochovce môžu byť ohrozené riekou Hron. Potenciálne ohrozené sú prístupové cesty na lokalitu zo smeru Levice a Tlmače. Pri väčšom poškodení povrchu vozoviek a ich zaplavení je doprava slúžiacich členov HK EMO1,2 a zásahového personálu možná náhradnou dopravou mimo komunikácií prostriedkami armádných jednotiek 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“.

4.1.3.2 Strata komunikačných zariadení/systémov

Komunikačné prostriedky v rámci OHO – pevná sieť a rádiosieť

Komunikačné zariadenia pevnej siete elektrárne sú napájané redundantnými zdrojmi 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. blokovej dozorne a zásahový zmenový personál je kompletne vybavený rádiostanicami, ktoré umožňujú komunikáciu po dobu 10 hodín bez dobíjania.

V prípade straty mobilnej a pevnej telefónnej siete sa na zabezpečenie komunikácie využívajú rádiostanice.

Rádiostanice sú v zariadeniach OHO JE V-2 Bohunice, t. j. v HRS JE V-2 Bohunice, ZHRS Trnava, v úkrytoch CO a zhromaždiskách CO a ZHÚ. Po uvedenej dobe je potrebné zabezpečiť dobitie batérií. Celkom sa v JE V-2 Bohunice využíva na komunikáciu približne 300 rádiostaní. Na komunikáciu so zásahovým personálom sú k dispozícii rádiostanice v HRS JE V-2 Bohunice, ZHRS Trnava a v úkrytoch CO. Celkom sa v JE V-2 Bohunice využíva na komunikáciu približne 300 rádiostaní. ZHÚ EBO je spojený s Krajským operačným strediskom HaZZ telefonickou linkou s miestnou batériou a rádiosieťou s vlastným zdrojom. Rádiostanice sú okrem prevádzky EMO1,2 aj v zariadeniach OHO EMO1,2, t. j. v HRS EMO1,2, ZHRS Levice, v úkrytoch CO a zhromaždiskách CO a ZHÚ. Celkom sa v EMO1,2 využíva na komunikáciu približne 400 rádiostaní. ZHÚ EMO je spojený rádiostanicou s miestnou batériou s Krajským operačným strediskom HaZZ.

Vyrozumievací a informačný systém

Technickým prostriedkom vyrozumievacieho systému určeného na vyrozumenie zamestnancov prevádzky a osôb zaradených do OHO sú pagery, ktoré zabezpečujú príjem jednosmernej informácie; podobne sú vyrozumené aj obce a zástupcovia štátnej správy v 20 km oblasti ohrozenia. Vyrozumievacia pagingová rádiosieť je napájaná pevne zabudovanými záložnými

napájacími zdrojmi (akumulátormi), ktoré umožňujú nepretržitú prevádzku 10 hodín. Paging spolu s vysielacou infraštruktúrou je nezávislým systémom na verejných komunikačných sieťach.

4.1.3.3 Negatívny vplyv vysokých lokálnych dávok, rádioaktívnej kontaminácie a deštrukcie niektorých zariadení na vykonateľnosť činností

SAMG počítajú s nedostupnosťou niektorých zariadení alebo ich zlyhaním v dôsledku ťažkej havárie. Z tohto dôvodu boli vypracované stratégie s alternatívnymi činnosťami. Zariadenia inštalované alebo overené v rámci projektu SAM sú projektované tak, aby sa zachovala vysoká miera pravdepodobnosti ich prevádzkyschopnosti v podmienkach ťažkej havárie.

Projekt SAM pokrýva aj extrémne situácie vzťahujúce sa na zlyhanie alebo poškodenie aj novo inštalovaných systémov inštaláciou troch potrubí s dýzami na vonkajšom plášti budovy reaktora a budovy pomocných prevádzok, ktoré zabezpečujú možnosť dopĺňania chladiva z externých mobilných zdrojov: a) do šachty reaktora na zachovanie odvodu tepla z TNR a prevenciu dopadov kória na ex-vessel fázu; b) do bazénu vyhoreteho 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 kontajntentu pre dlhodobý odvod tepla z kontajntentu).

Lokálne radiačné podmienky v technologických objektoch môžu ovplyvniť vykonateľnosť činností potrebných na obnovenie zariadení potrebných na dlhodobé riešenie ťažkej havárie (napr. odvod tepla z kontajntentu). V súčasnosti nie sú k dispozícii adekvátne informácie na komplexné riešenie problematiky. Táto problematika bude riešená v záverečnej fáze projektu implementácie SAM.

4.1.3.4 Dopad na dostupnosť a obývateľnosti hlavnej a núdzovej dozorne, opatrenia prijaté na zabránenie alebo riadenie tejto situácie

Obývateľnosť blokovej dozorne a núdzovej dozorne (v menšom rozsahu) bola posilnená v rámci projektu inštaláciou nasledovných modifikácií úvodného projektu:

- Inovácia VZT systému BD a zaistenie jeho recirkulačného systému (vytvorenie pretlaku v blokovej dozorni pre minimalizáciu prieniku vonkajšej rádioaktivity);
- Pridanie jódoých filtrov;
- Utesnenie celého priestoru BD a zamurovanie okien;
- Utesnenie káblových priestorov pod BD a ND proti prieniku dymu.

Vysoká radiačná záťaž najmä počas hypotetických ťažkých havárií pri otvorenom reaktore, by mohla ohroziť obývateľnosť BD. 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.

4.1.3.5 Dopad na rozličné priestory používané krízovými štábmi, alebo do ktorých by bol prístup nevyhnutný na riadenia havárie

Novo vybudované priestory pre krízový tím (HRS) sú budované ako podzemný bunker odolný proti všetkým predpokladateľným vplyvom ťažkej havárie pri otvorenom reaktore; príslušný zdrojový člen bol použitý ako projektové zadanie pre dimenzovanie krytu. Bunker je vybavený zdrojom technického vzduchu pre vnútorný okruh a filtrami na odstraňovanie CO₂ 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 záložnom HRS.

4.1.3.6 Realizovateľnosť a efektívnosť opatrení riadenia havárií v podmienkach extrémnych externých ohrození (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 (seizmicita do rozsahu SSE) a preto ich použiteľnosť a dostupnosť nebude veľmi 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.

4.1.3.7 Neprevádzkyschopnosť zdrojov napájania

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 poveternostným podmienkam). Všetky spotrebiče inštalované v rámci projektu SAM sú okrem základného napájania z existujúcich systémov napájané aj z určeného SAM DG, ktorý je nezávislý od existujúcich systémov, predstavuje teda redundantný zdroj elektrického napájania.

4.1.3.8 Potenciálne zlyhania prístrojového vybavenia

Predpoklad potenciálnej neprevádzkyschopnosti niektorých meracích prístrojov je jedným z východísk projektu SAM. Stratégie 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. Aj keď sa nevyžaduje kvalifikácia prístrojového vybavenia na podmienky ťažkej havárie, je potrebné preukázať ich schopnosť vydržať v týchto 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.

Možnosť dostupnosti prístrojového vybavenia potrebného na realizáciu SAMG sa značne zvýšila implementáciou nového SAM DG ako konečného zdroja napájania všetkých zariadení SKR inštalovaných v rámci projektu SAM, predovšetkým SKR vzťahujúcich sa na veľké modifikácie.

4.1.3.9 Možné účinky ostatných inštalácií v lokalite, vrátane možnosti obmedzenej dostupnosti vyškoleného personálu zvládnuť rozšírené havárie niekoľkých blokov

Projekt implementácie SAM vychádza z predpokladu vzniku ťažkej havárie iba na jednom z jadrových blokov v súlade s existujúcimi pravidlami. Určité projektové riešenia (napríklad SAM DG) pokrývajú oba bloky, takže nie je možné vylúčiť vzájomné interferencie medzi blokmi a ich výsledné účinky na SAM. Podobné vzájomné závislosti existujú aj v technologickej časti kvôli možnému vplyvu ťažkej havárie jedného bloku na druhý blok v dôsledku relatívne blízkeho umiestnenia BD a ND, spoločnej strojovne a spoločnej budovy reaktora pre oba bloky. Tieto vzájomné prepojenia medzi blokmi bude potrebné vziať do úvahy v budúcich etapách projektu SAM.

4.1.4 Záver o vhodnosti organizačných opatrení pre riadenie havárie

Organizačné aspekty riadenia havárií DBA, BDBA a ťažkých havárií tak, ako ich odrážajú príslušné procesné smernice, sú v súlade so všetkými aplikovateľnými odporúčaniami a požiadavkami na riadenie havárií JE, pridrižiava sa najlepšej priemyselnej praxe, a preto sa organizačné otázky považujú za primerane pokryté. Je však potrebné poznamenať, že štruktúra a rozsah tímov havarijnej odozvy, predovšetkým tímu SAMG sa v súčasnosti definuje z pohľadu ťažkej havárie len na jednom bloku v súlade s projektovými zásadami SAM.

4.1.5 Možné opatrenia na zlepšenie schopnosti riadenia havárií

V súčasnosti prebieha implementácia rozsiahleho SAM v súlade s programom vypracovaným v roku 2009. V súčasnosti sa neuvažuje o žiadnych dodatočných opatreniach mimo tohto projektu. Do úvahy je však potrebné vziať skutočnosť, že podľa aktuálne platných požiadaviek boli opatrenia vypracované s prihliadnutím na nastanie ťažkej havárie len na jednom z dvoch blokov; tento predpoklad by bolo potrebné prehodnotiť.

V súčasnosti prebieha implementácia projektu SAM tak v JE V-2 Bohunice, ako aj EMO1,2 podľa pôvodne definovaného rozsahu, ktorý vytvára predpoklady pre riadenie ťažkej havárie na jednom z dvoch blokov. Po ukončení projektu bude posúdená možnosť rozšírenia riešenia pre prípad vzniku ťažkej havárie na oboch blokoch. Ďalšie vylepšovanie SAMG a spracovanie dodatočných podporných materiálov pre rozhodovanie tímu SAMG a BD bude prijaté na základe výsledkov validácie SAMG v závere projektu.

4.2 Opatrenia na riadenie havárií, ktoré v súčasnosti existujú v rôznych stupňoch scenára straty funkcie chladenia aktívnej zóny

4.2.1 Pred nastaním poškodenia paliva v tlakovej nádobe reaktora/počet tlakových trubiek (vrátane posledných zdrojov na zabránenie poškodenia paliva)

Opatrenia na riadenie havárií patriace do preventívnej fázy riadenia havárií sú systematicky zapracovávané do závodných špecificky symptómov orientovaných HPP, ktoré vychádzajú z prístupu Westinghouse. HPP EBO a EMO pokrývajú všetky prevádzkové režimy elektrární, t. j. režimy na plnom výkone alebo pri odstavenom reaktore. Balíky HPP pre JE EBO aj EMO boli vhodne validované a prebieha trvalá spolupráca so spoločnosťou Westinghouse, ktorá zabezpečuje údržbu a aktualizáciu HPP v rámci celosvetovej spolupráce medzi JE WOG.

4.2.2 Po nastaní poškodenia paliva v tlakovej nádobe reaktora/určitého počtu tlakových trubiek

Po identifikácii poškodenia paliva na základe merateľných symptómov vstupuje riadenie havárie do fázy zmierňovania následkov. Prechod medzi preventívnou a zmierňovacou fázou je popísaný a odôvodnený v dokumentácii SAMG a bol vypracovaný špecifický predpis/smernica SA CRG-1, ktorá obsahuje návody pre personál dozorne do doby, kým je riadenie ťažkej havárie odovzdané tímu SAMG. Tím SAMG pozostáva z odborníkov zvolaných do HRS. Tím SAMG by mal prevziať zodpovednosť za riadenie do jednej hodiny od nastania ťažkej havárie. Všetky opatrenia riadenia havárií, ktoré sú zamerané na ochranu kontajntentu a prevenciu/zmiernenie následkov ťažkej havárie na životné prostredie a verejnosť, sú zapracované do balíka SAMG. SAMG pokrýva všetky prevádzkové režimy elektrárne v súlade s príslušným HPP.

Okrem všeobecne prijatého prístupu k vypracovaniu odozvy na ťažkú haváriu predovšetkým využívaním všetkých dostupných zariadení, bezpečnostných a nie bezpečnostných, systém špecifických hardvérových modifikácií a inštalácia nových technických prostriedkov rozširujú rámec možných opatrení a výrazne zvyšujú pravdepodobnosť úspechu stratégií v smerniciach SAG a SCG.

4.2.3 Po zlyhaní tlakovej nádoby reaktora/určitého počtu tlakových trubiek

Prevenca zlyhania tlakovej nádoby reaktora inštaláciou technických modifikácií na zadržanie v nádobe a vypracovanie špecifickej smernice SAG-3 balíka SAMG sa považuje za primerane spoľahlivú. Zlyhanie nádoby je preto možné považovať za zanedbateľné zostatkové riziko.

Ak nádoba reaktora zlyhá, hlavným relevantným poruchovým režimom kontajntmentu je zlyhanie vstupných dverí do šachty reaktora v dôsledku tepelného náporu a dlhotrvajúceho pretlakovania kontajntmentu kvôli interakcii s medzi roztavenou aktívnou zónou a betónom. SAMG poskytuje návod na čiastočné obmedzenie následkov dlhotrvajúceho pretlakovania využitím sprchového systému kontajntmentu a externého systému vstrekovania nainštalovaného v rámci projektu SAM.

Projekt implementácie SAM nezahŕňa žiadne modifikácie priamo určené na obmedzenie dopadov zlyhania tlakovej nádoby reaktora.

4.3 Zachovanie integrity kontajntmentu po vzniku významného poškodenia paliva v AZ (až do jej roztavenia)

4.3.1 Eliminácia poškodenia/roztavenia paliva pod vysokým tlakom

4.3.1.1 Projektové opatrenia

Pôvodný projekt

K vážnemu poškodeniu aktívnej zóny AZ pri eskalácii nadprojektovej havárie v ťažkú haváriu môže prísť viacerými scenármi. Medzi ne patria aj scenáre spôsobené stratou odvodu tepla z PO do SO, kedy integrita PO zostáva zachovaná a degradácia AZ a následná relokácia kória prebieha pri vysokom tlaku. V takomto prípade je tlaková nádoba reaktora zaťažená vysokým tlakom a vysokou teplotou, vlastnou váhou a váhou kória. Hlavnou prioritou je znížiť tlak v primárnom okruhu a zabrániť pretaveniu TNR pri vysokom tlaku, ktorého dôsledkom je vyletovanie roztavenej hmoty pri vysokom tlaku (HPME), nakoľko by mohlo vyústiť do poškodenia dverí šachty reaktora, presun roztavených častíc do kontajntmentu, tepelné ohrozenie jeho stien a rýchle ohrievanie kontajntmentu. Ďalším prínosom zníženia tlaku je zníženie pravdepodobnosti zlyhania rúrok parogenerátorov a možnosť dopĺňovania chladiva do PO z nízkotlakových zdrojov.

V pôvodnom projekte bolo možné predísť zlyhaniu TNR pri vysokom tlaku dvomi kompletmi hlavných poistných ventilov a jedným odľahčovacím ventilom KO. Napájanie uzla PV KO elektrickou energiou je zabezpečené zo zaisteného napájania 1. kategórie. Všetky ventily sú ovládateľné diaľkovo ručne z BD. Zariadenia uzla PV KO majú seizmickú klasifikáciu.

Inštalovaná modifikácia

Vzhľadom na vysokú prioritu odtlakovania PO pri riadení ťažkej havárie sa v rámci projektu implementácie SAM inštaluje redundantný, nezávislý systém, kvalifikovaný pre podmienky ťažkej havárie. Redundantná trasa odtlakovania nemá byť využívaná pred eskaláciou havárie do ťažkej havárie, takže pravdepodobnosť zlyhania otvorenia v dôsledku predchádzajúceho tepelného namáhania alebo iným mechanizmom je minimálna. Inštalovaný systém je súčasťou tlakového zariadenia PO. Časť neoddeliteľná od PO, vrátane oddeľujúcich armatúr, je seizmicky odolná. Systém je zaradený do bezpečnostnej triedy 1.

Systém je napájaný z núdzového zdroja elektrickej energie SAM DG určeného pre napájanie zariadení potrebných pre riadenie ťažkých havárií. Činnosť systému počas projektových 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).

Odtlakovanie primárneho okruhu je najvyššou prioritou v preventívnej, ako aj zmierňujúcej časti riadenia havárií. Príslušné procesné činnosti sa následne zapracovávajú do smerníc pre obnovu symptómovo založených kritických bezpečnostných funkcií z balíka HHP (predpisy FR-C.1 a FR-C.2), po druhé, činnosť odtlakovania (ak je potrebná) je jednou z prechodových krokov medzi HPP a SAMG. Okrem toho, samotný balík SAMG obsahuje špecifickú smernicu SAG-1, ktorá je určená na riešenie situácie, keď tlak v PO prekročí 2,5 MPa.

4.3.1.2 Prevádzkové opatrenia

Predpisy pre odtlakovanie PO sú zahrnuté do HPP postupov FR-C.1 a FR-C.2 a smerníc SA CRG-1 a SAG-1 balíka SAMG, ktoré zabezpečujú vysokú spoľahlivosť požadovaných funkcií. Inštalácia dodatočnej trasy pre odtlakovanie a stratégie v návodoch SAMG poskytujú vysokú spoľahlivosť prevencie zlyhania TNR pri vysokom tlaku.

4.3.2 Riadenie vodíkových rizík vo vnútri kontajnementu

4.3.2.1 Projektové opatrenia, vrátane posúdenia dostatočnosti vzhľadom na rýchlosť tvorby vodíka a jeho množstvo

Pôvodný stav projektu

Počas ťažkej havárie sa vytvára veľké množstvo vodíka v dôsledku exotermickej reakcie medzi zirkóniom a oceľou a vodnými parami. V prípade ďalšej eskalácie havárie, po zlyhaní tlakovej nádoby reaktora, by došlo k produkcii ďalšieho významného množstvo horľavých plynov (vodíka a CO) v dôsledku interakcie kória s betónom šachty reaktora. 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 zirkónia v reaktore je približne 18 000 kg. Podľa výpočtov sa množstvo vodíka vyprodukované počas fázy in-vessel pohybuje od približne 300 kg (LB LOCA) do 500 kg (SBO) v závislosti od scenára. Energetický výťažok exotermickej reakcie je približne 6400 J/kg zreagovaného zirkónia, takže vzniknuté teplo predstavuje významný príspevok k požiadavkám na odvod tepla z kontajnementu. V pôvodnom projekte V213 nie sú k dispozícii prostriedky pre spoľahlivý odvod vodíka pri ťažkých haváriách. Teoretická možnosť zaistenia včasného riadeného zapalovania vodíka výbojmi pri zapínaní inštalovaných elektrických spotrebičov v kontajnemente je v niektorých scenároch ako SBO je principiálne nedostupná.

Rýchlosť produkcie vodíka počas ťažkej havárie závisí od mnohých faktorov. Zo štúdií citlivosti vykonaných v minulosti vyplýva, že maximálna rýchlosť produkcie vodíka v počiatočnej fáze ťažkej havárie môže byť vyššia ako 1 kg/s.

Vodík generovaný v priebehu ťažkých havárií predstavuje najzávažnejšie a najrýchlejšie ohrozenie integrity kontajnementu V213. Z hľadiska prevencie zaistenia integrity kontajnementu zohráva kľúčovú úlohu rýchlosť a množstvo uvoľňovania vodíka z PO do kontajnementu a z toho vyplývajúci časový priebeh koncentrácie vodíka v kontajnemente, ktorý závisí od koncentrácie pary, a celkovej hmotnosti vygenerovaného vodíka.

Inštalované modifikácie

Jedným z predpokladov zvládnutia problematiky vodíka počas ťažkých havárií je spoľahlivá prevencia prechodu do ex-vessel fázy. Táto problematika je pokrytá inštaláciou skupiny

modifikácií umožňujúcich zadržať roztaveného kória vo vnútri TNR a jej spoľahlivé externé chladenie.

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 kontajmente 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 sú približne 2 % obj. pri teplote atmosféry 50°C. Pri referenčných parametroch uvádzaných výrobcom zabezpečujú rekombinátory celkovú rýchlosť rekombinácie vodíka pribl. 160 kg/hod. Voľba kapacity a rozmiestnenia inštalovaných PAR vychádza z výsledkov štúdií distribúcie vodíka vykonaných rôznymi organizáciami. Vo všeobecnosti je celková kapacita rekombinátorov na rekombináciu vodíka vo všetkých analyzovaných sekvenciách pod 4 – 5 % za menej ako 1 hodinu. Pre scenáre s maximálnou rýchlosťou uvoľňovania vodíka do kontajmentu (napríklad LOCA) je doba, za ktorú sa potvrdí inertizácia pary kontajmentu nižšia ako 30 minút.

PAR sú navrhnuté tak, aby odolali očakávaným havarijným teplotám a sú seizmicky odolné. Prípadné zlyhanie (napr. mechanické poškodenie) jedného PAR neovplyvní funkčnosť ostatných PAR systému. Vzhľadom na rozmiestnenie v rôznych priestoroch kontajmentu je nepravdepodobné zlyhanie viacerých PAR. Kapacita systému ako celku je navrhnutá s dostatočnou rezervou, takže zlyhanie niekoľkých komponentov nespôsobí zlyhanie systému ako celku.

4.3.2.2 Prevádzkové opatrenia

V rámci návodov SAMG je riadenie vodíka zohľadnené v stratégiách uvedenými vo viacerých návodoch SAG a SCG. Postup riadenia vodíka v prvej revízii SAMG bol založený na riadenom spaľovaní vodíka pri dostatočne nízkej koncentrácii pomocou elektricky napájaných zapaľovačov. Implementácia riešenia založeného na PAR s výrazne nižšími nárokmi a činnosti personálu vyžaduje aktualizáciu stratégie riadenia vodíka v SAMG.

4.3.3 Prevencia pretlaku v kontajmente

4.3.3.1 Projektové opatrenia, vrátane opatrení na zabránenie rádioaktívnych únikov, ak si ochrana pred pretlakom vyžaduje uvoľnenie pary/plynu z kontajmentu

Pôvodný stav projektu

Radiačné úniky sú minimalizované zachovaním integrity tlakového rozhrania kontajmentu, ktoré je dimenzované na vnútorný pretlak aj podtlak. Okrem stavebnej časti sú súčasťou tlakového rozhrania kontajmentu aj zariadenia zabezpečujúce izolovanie v podmienkach havárie resp. zabezpečujúce jeho hermetičnosť.

Kontajment je dimenzovaný pre projektové havárie v rozsahu:

Maximálny projektový tlak:	245 kPa
Minimálny projektový tlak:	80 kPa
Maximálna teplota :	129 °C
Integrálna dávka ionizujúceho žiarenia:	10 ⁵ Gy za 10 rokov

Tesnosť tlakového rozhrania kontajmentu pre JE V-2 Bohunice (trvale zlepšovaná):

- Počiatková projektová hodnota úniku < 13 % obj./24 hod pri pretlaku 150 kPa
- Súčasná hodnota je cca 5 % obj. /24 hodín

Tesnosť tlakového rozhrania kontajnementu pre EMO1,2 (trvale zlepšovaná):

- Počiatková projektová hodnota úniku < 5 % obj./24 hod pri pretlaku 150 kPa
- Súčasná hodnota je cca 2 % obj. /24 hodín

Kontajnement je spolu s budovou reaktora integrovaný do spoločného objektu. Vnútorne hermetické oddelenia tvoria miestnosť parogenerátor, barbotážnu vežu so štyrmi plynojemami, centrum VZT a bazén výmeny paliva. Z hľadiska zachovania integrity tlakového rozhrania je nutná prevencia nadmerného pretlaku ale aj nadmerného podtlaku v kontajmente.

Prevencia nadmerného pretlaku v kontajmente

Riadenie tlaku v kontajmente je zabezpečované dvomi systémami:

- Pasívny systém potlačenia tlaku – jeho cieľom je ohraničiť pretlak pri príslušných iniciačných udalostiach (napríklad LOCA, prasknutie parných potrubí). Túto plne pasívnu funkciu systému zabezpečujú barbotážne žľaby, v ktorých kondenzuje expandujúce chladivo. Súčasný projekt V213 nezahŕňa systém riadeného filtrovaného vetrania ako preventívneho prostriedku proti dlhodobému pretlakovaniu nasledujúcemu po strate odvodu tepla z kontajnementu. Systém zároveň zaisťuje zachytávanie štiepných produktov vo vodných bazénoch kondenzátora.
- Sprchový systém kontajnementu – účelom je zníženie tlaku a odvod tepla z kontajnementu 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 kontajnementu aj po ťažkej havárii. Na základe existujúcich analýz je možné extrapolovať, že kontajnement je schopný odolať úplnej strate odvodu tepla po 3 – 5 dní do dosiahnutia hraničného tlaku definovaného pre projekt SAM (350 kPa abs.).

Prevencia nadmerného podtlaku v kontajmente - inštalovaná modifikácia

V rámci projektu SAM sa inštaluje systém umožňujúci prevenciu vzniku nadmerného podtlaku, umožňujúci riadený návrat časti nekondenzovateľných plynov zo záchytných komôr systému späť do kontajnementu (do priestoru pred kondenzačnými žľabmi) a prevenciu prehlbovaniu podtlaku. Realizuje sa to inštaláciou štyroch elektrických ventilov a dvoch spätných ventilov s prepojovacím a výfukovým potrubím. Systém je riadený ručne operátorom. Prednosťou prijatého tohto riešenia je, že sa nenarušuje celistvosť vonkajšej časti kontajnementu, lebo sa prepájajú iba vnútorné priestory medzi sebou.

4.3.3.2 Prevádzkové a organizačné opatrenia

Prevencia poškodenia kontajnementu v dôsledku nadmerného statického pretlaku, dynamického pretlaku v dôsledku horenia vodíka a neprípustného podtlaku sa dosahuje sa stratégiami uvedenými vo viacerých návodoch balíka SAMG. Stratégie využívajú pôvodné projektové zariadenia kontajnementu, ale ich realizovateľnosť významne uľahčujú nové systémy inštalované v rámci projektu SAM.

4.3.4 Prevencia obnovenia kritického stavu

4.3.4.1 Projektové opatrenia

Prevencia kritického stavu sa zaisťuje vstrekaním chladiva s koncentráciou kyseliny boritej vyššej ako 12 g/kg buď do primárneho systému alebo len do kontajnementu. V rámci SAMG je explicitne zakázané doplňovať nebórované chladivo počas riešenia ťažkej havárie, čo je jednou

z odchýlok od generických WOG SAMG. Kvôli zvýšeniu redundancie zdrojov chladiva sa v rámci projektu implementácie SAM inštaluje externá nádrž chladiva, z ktorého je možné doplňovať chladivo do:

- primárneho okruhu/ reaktora,
- sprchového kolektora,
- Bazénu vyhoretého paliva.

Externý zdroj okrem bezpečnostnej funkcie riadenia podkritičnosti zabezpečuje aj funkciu odvod tepla z reaktora a BVP a odvod tepla z atmosféry kontajnementu sprchovaním. Sprchovanie kontajnementu z externého zdroja zvyšuje spoľahlivosť riadenia tlaku v kontajnemente a znižuje úniky rádioaktívnych častíc znižovaním tlaku a predovšetkým oplachovaním štiepných produktov z atmosféry kontajnementu.

Externý zdroj chladiva v JE V-2 Bohunice pozostáva z troch nádrží s roztokom kyseliny boritej s koncentráciou 12g/kg, s celkovým využiteľným objemom 1250 m³ a z 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 JE V-2 Bohunice, kvôli maximálnemu využitiu skúseností. Fungovanie systému a aplikovateľné požiadavky budú identické.

4.3.4.2 Prevádzkové opatrenia

Vstrekovanie do primárneho systému a prevencia ďalšej degradácie aktívnej zóny reaktora počas ťažkej havárie je hlavným cieľom smernice SAG-2. Smernica obsahuje všetky potrebné pokyny pre použitie existujúcich zariadení systémov a novo inštalovaného externého SAM zdroja vody umožňujúceho vstrekovanie bórovanej vody priamo do primárneho okruhu. Výslovné zakázanie používania neobórovanej vody je opísané v SAG-2. Prevádzkové opatrenia na zabránenie obnovy kritického stavu je možné považovať za primerané.

4.3.5 Ochrana pred pretavením základného kovu

4.3.5.1 Potenciálne projektové riešenia umožňujúce zdržať taveninu v TNR

Pôvodný stav projektu

Podľa pôvodného projektu 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 uvoľnené z poškodeného systému chladenia reaktora sa zberá na podlahe boxu PG a je k dispozícii pre recirkulačný režim chladenia aktívnej zóny.

Prasknutie tlakovej nádoby reaktora sa považuje za nereálnu kvôli prísne konzervatívne projektu nádoby a prísny kontrolám, takže šachta reaktora nie je zahrnutá do recirkulačnej slučky – projekt V213 neumožňuje riadený tok chladiva do šachty alebo návrat chladiva zo šachty do boxu PG. Pôvodný projekt V213 teda 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 havárie. Hraničnou konštrukciou sú vstupné dvere do šachty, o ktorých sa predpokladá, že zlyhajú kvôli tepelnému náporu alebo náhlemu zvýšeniu tlaku vyplývajúceho z HPME. Existuje riziko úniku rádioaktívneho chladiva cez neizolované odvodňovacie potrubie a cez indukované úniky cez utesnené priechodky v stene šachty.

Aby sa zabránilo poškodeniu základného kovu, je potrebné vykonať nasledovné pre realizáciu externého chladenia TNR: a) včasné odtlakovanie reaktora; b) včasné zaplavenie šachty reaktora;

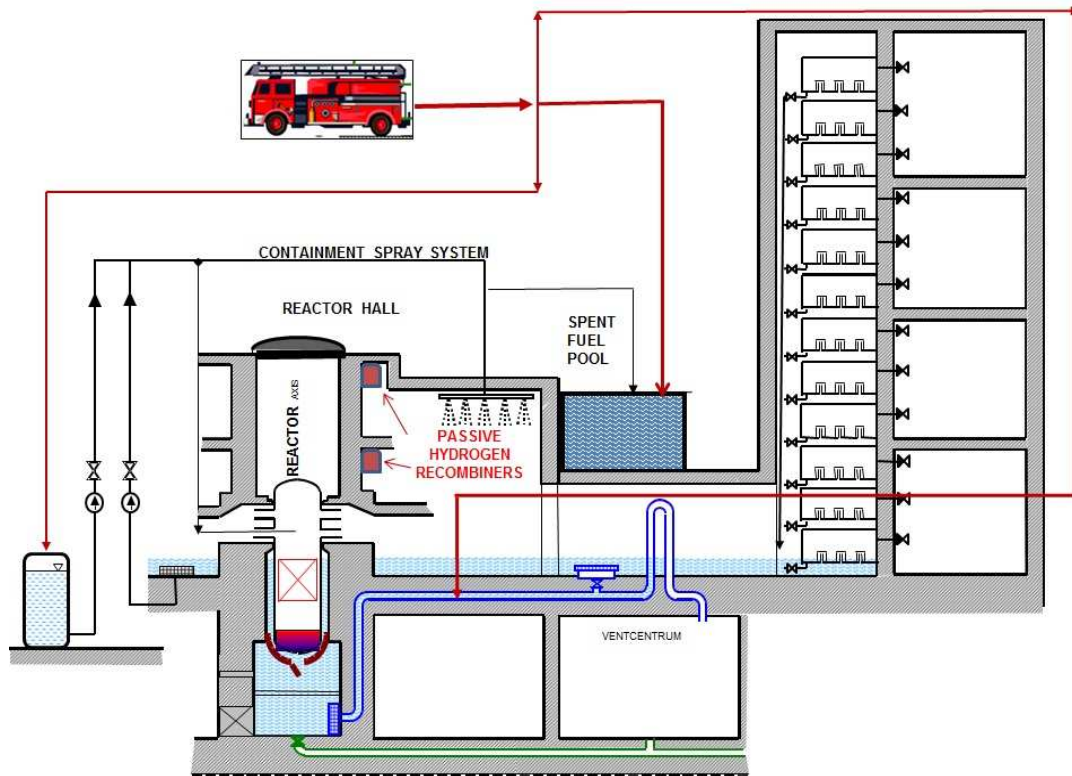
a c) zabezpečenie kontaktu medzi stenou TNR a chladivom už pred premiestnením kória na dno reaktora; a d) zabezpečenie dostatočného odvodu pary generovanej okolo TNR späť do boxu PG. Projekčné riešenie je identické pre existujúce aj nové bloky.

Modifikácie potrebné pre zaplavenie šachty reaktora a zabezpečenie externého chladenia TNR:

- Modifikácia drenážneho systému barbotážnych žľabov - v rámci projektu implementácie SAM je zabezpečené spoľahlivé elektrické napájanie armatúr systému z havarijného SAM DG, čo zabezpečuje dostupnosť chladiwa zo žľabov barbotážneho systému aj v podmienkach ťažkej havárie iniciovanej SBO.
- Filtračné sitové konštrukcie - v trase vstupu chladiwa do šachty reaktora a k vonkajšiemu povrchu TNR je zaradená dvojstupňová filtrácia nečistôt ako prevencia upchatia najužších častí kanálu chladenia okolo nádoby reaktora.
- Inštalácia pasívneho otváracieho mechanizmu v tepelnej izolácii TNR - inštalácia kruhového vtokového otvoru so snímateľným vekom ovládaným špeciálnym plavákovým otváracím mechanizmom na dolnom tepelnom štíte TNR v šachte reaktora.
- Inštalácia dverí do tepelnej izolácie reaktora na úrovni reaktorových nátrubkov kvôli zníženiu hydraulického odporu pary vystupujúcej zo šachty.
- Trasa pre doplňovanie chladiwa do šachty reaktora z externého mobilného zdroja - inštalácia trasy (suchovodu) vyústenej na vonkajšom plášti HVB, ktorou je možné doplňovať chladiwo do šachty reaktora z mobilného externého zdroja. Trasa umožňuje využitie záložného zdroja chladiwa pre externé chladenie TNR, bez potreby chladiwa na podlahe boxu PG.

Modifikácie potrebné na izolovanie šachty reaktora a prevenciu nevratného úniku chladiwa:

- Izolačný „sifón“ na dvoch vodorovných vzduchovodoch so zaplavovacími objektmi – úprava oboch potrubí ventilačného systému chladenia šachty reaktora. Na klesajúcej vetve sifónov sú inštalované dva zaplavovacie objekty, umožňujúce zaplavenie šachty reaktora pri ťažkých haváriách (pozri obr. 18). Sú umiestnené na oboch stranách spojovacej chodby medzi boxom PG s barbotážnou vežou a sú chránené pred nežiaducimi účinkami havárií (letiace predmety, zasiahnutie prúdom chladiwa, úlomkami izolácie). Zaplavovacie armatúry sa ovládajú aktívne z BD. Ich otváranie sa predpokladá operátorom pri prechode medzi HPP a SAMG.
- Zlepšenie utesnenia hermetických dverí – zabezpečenie dostatočnej odolnosti tesnenia hermetických dverí šachty reaktora voči dlhodobému zaťaženiu 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.



Obr. 18: Celkové usporiadanie pre zaplavenie šachty reaktora a sprchovanie kontajneru

4.3.5.2 Možné opatrenia umožňujúce chladenie kória vnútri kontajneru po zlyhaní TNR

Vzhľadom na obmedzenú odolnosť šachty reaktora v prípade zlyhania TNR, bez ohľadu na prítomnosť chladiva v šachte reaktora, pravdepodobne nebude možné zabrániť zlyhaniu dverí. Zlyhanie dverí umožní únik rádioaktívneho média a možno aj kória do priestoru mimo kontajneru a vážne zhoršenie vývoja havárie.

Z tohto dôvodu neboli posudzované žiadne zvláštne dodatočné opatrenia, ktoré by hypoteticky umožňovali chladiť kórium na dne šachty. Existujúce opatrenia v rámci implementácie stratégie externého chladenia TNR, najmä gravitačný nátok chladiva z boxu PG do šachty reaktora a odvod pary zo šachty späť do boxu PG, predstavujú maximálnu dosiahnuteľnú mieru ochrany dna šachty po zlyhaní TNR. Stabilizácia stavu taveniny, ukončenie degradácie betónu a dlhodobé zachovanie integrity šachty nie je možné zaručiť vyššie uvedeným spôsobom odvodu tepla. To významne zvyšuje dôležitosť prevencie zlyhania TNR. Na druhej strane je možné konštatovať, že zrealizovaná modifikácia zabezpečuje stabilizáciu roztaveného kória s dostatočnej vysokou spoľahlivosťou.

4.3.5.3 Cliff edge efekty v časovom intervale medzi odstavením reaktora a roztavením AZ

Nevykonanie zásahov operátora podľa vypracovaných stratégií, zlyhanie zariadení alebo neočakávaný vývoj havárie, ktorý je odlišný od situácií uvažovaných v stratégiách (alebo projekte zariadení) by hypoteticky mohli viesť k zlyhaniu integrity kontajneru počas ťažkej havárie. Aby sa eliminovala možnosť týchto scenárov, sú v projekte SAM a v SAMG dodržiavané nasledovné zásady a pravidlá:

- Prednosť majú určené pasívne zariadenia alebo zariadenia nepoužívané vo fáze udalosti predchádzajúcej jej vývinu do ťažkej havárie a napájané hlavne z určeného (vyhradeného) zdroja elektrického napájania;
- Všetky činnosti potrebné na zachovanie integrity kontajnementu so dodatkovými činnosťami k tým, ktoré sú uvedené v pôvodnom projekte VVER 440 a nových dodatočných projektových vlastnostiach (vysoko spoľahlivé modifikácie).

Väčšina včasných (krátkodobých) činností personálu obsiahnutých v SAM je zahrnutá do predpisu SA CRG-1, ktorý je jediný predpis realizovaný personálom z BD pred aktiváciou HRS. Činnosti popísané v SA CRG-1 sú vypracované ako algoritmus vo forme jasných pokynov a sú obsahom základného školenia personálu BD. Preto, požadované činnosti je potrebné zrealizovať s vysokou mierou spoľahlivosti.

Zásahy personálu a účinné využívanie dostupných systémov umožňujú riadenie integrity TNR a tlaku a teploty v kontajmente po dobu niekoľkých dní. Pravidelné sprchovanie kontajnementu počas tohto obdobia pomáha udržiavať minimálny vnútorný pretlak a spolu s vyplavovaním štiepných produktov sú hlavnými prostriedkami na zmiernenie rádiologických dôsledkov. Vzhľadom na pasívne riešenie prijaté pre riadenia vodíka je potrebné len monitorovať jeho úspešnosť.

V prípade nedostupnosti sprchového systému kontajnementu je pre dlhodobý odvod tepla z kontajnementu potrebné zabezpečiť obnovu činnosti minimálne jednej vetvy sprchového systému kontajnementu približne do 5 dní, počas ktorých sa zostatkový výkon a teplo z chemických reakcií môžu akumulovať v štruktúrach a stenách kontajnementu. Bola vypracovaná aj štúdia o možnom odvode tepla z kontajnementu prevádzkou ventilačných systémov kontajnementu.

4.3.6 Potreba a dodávka striedavého elektrického napájania a jednosmerného napájania a tlakového vzduchu pre zariadenia využívané na ochranu integrity kontajnementu

4.3.6.1 Projektové opatrenia

Pôvodný stav projektu

Súčasný zdroj elektrického napájania sú navrhnuté pre spoľahlivé riadenie projektových havárií; zálohovanie je väčšinou optimalizované na zvládnutie udalosti SBO spôsobených poruchami elektrických zariadení.

Inštalovaná modifikácia

Pre zvýšenie spoľahlivosti riadenia ťažkých havárií je do projektu implementácie SAM zahrnutý čiastkový projekt „Núdzový zdroj elektrickej energie“, ktorý je zameraný špecificky na zaistenie napájania počas ťažkých havárií. Inštalovaný dieselgenerátor SAM je nezávislý na existujúcich systémoch normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky a na systémoch pre riadenie projektových havárií. Núdzový zdroj je plánovaný ako spoločný pre dva jadrové bloky.

V JE V-2 Bohunice je SAM DG kontajnerového prevedenia; kontajner obsahuje 1 dieselgenerátor elektrickým výkonom až do 1 200 kW a jeho príslušenstvo (transformátor, záchytná vaňa pod dieselgenerátor, palivová nádrž o obsahu 3 000 l, otvor na prívod vzduchu, výfuk). Pre napájanie vlastnej spotreby SAM DG je vybudovaná samostatná vonkajšia rozvodňa 0,4 kV pre napájanie elektrických ohrievačov DG, palivového čerpadla a vývodu pre napájanie chladiacej vody v prípade ťažkej havárie.

Dispozičné umiestnenie SAM DG a príslušnej 6 kV rozvodne 0BG bolo zvolené s ohľadom na nutnosť pripojenia SAM DG k blízkym káblovým kanálom, cez ktoré je pripojený III. sieťový zdroj – vodná elektrárňa Madunice. Elektrický výkon SAM DG je vyvedený do novej vonkajšej 6 kV

rozvodne OBG. Z rozvodne OBG je okrem transformátora 6/0,4 kV (1 000 kVA) pre napájanie spotrebičov v prípade ťažkej havárie vyvedený vývod aj pre havarijné napájanie (HN) objektu HRS počas ťažkej havárie.

Rozhraním pre SAM DG sú panely SAM umiestnené na BD a identické panely na záložnom pracovisku umiestnené v objekte HRS. Využívanie SAM DG pri strate napájania závisí na rozhodnutí špecialistov SAMG z STP. SAM DG je možné využívať v primeranom rozsahu (t. j., bez ohrozenia jeho plnej prevádzkyschopnosti pre riešenie potenciálnej ťažkej havárie) už v etape prevencie poškodenia AZ, napr. v podmienkach SBO. Z tohto pohľadu predstavuje ďalšiu redundanciu napájania pre riadenie udalostí SBO.

V EMO1,2 je havarijné napájanie v projektovej prípravnej fáze. Riešenie bude brať do úvahy špecifické pripojenie elektrárne k elektrickej sieti a koncept vlastnej spotreby štyroch blokov EMO1,2,3,4. Z tohto dôvodu sa realizačné riešenie bude líšiť od riešenia vypracovaného pre JE V-2 Bohunice. Riešenie však bude funkčne podobné k projektu JE V-2 Bohunice; panely SAM budú umiestnené na BD 1. a 2. bloku EMO a identické panely budú na záložnom pracovisku umiestnené v objekte HRS.

4.3.6.2 Prevádzkové opatrenia

Obnova základného napájania, predĺženie životnosti existujúcich zdrojov striedavého napájania (batérie) a iniciácia a ovládanie SAM DG sú zahrnuté do normálnych prevádzkových postupov, HPP a SAMG a do dokumentácie STP. Realizovateľnosť požadovaných miestnych zásahov tvorí súčasť verifikácie a validácie SAMG.

4.3.7 Meracie a riadiace prístrojové vybavenie potrebné na ochranu integrity kontajneru

Pôvodný projekt

Spotrebiče a merania inštalované v rámci projektu SAM neboli súčasťou pôvodného projektu.

Prebiehajúca modifikácia

Súčasťou projektu SAM je čiastkový projekt „Systém informácií SAM a riadiacich prvkov SAM komponentov“, obsahujúci realizáciu spoľahlivého SKR pre novo inštalované systémy 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 budove reaktora, budove pomocných prevádzok a v HRS.

Pri návrhu systému boli zohľadnené požiadavky na rozsah informácií nutných pre realizáciu a monitorovanie úspešnosti stratégií v SAMG. Systematicky boli preverené všetky stratégie SAMG, diagnostické diagramy, nastavené hodnoty v stratégiách z hľadiska dostupnosti spoľahlivých údajov a redundancie ich zabezpečenia v informačnom systéme dostupnom tímom rozhodujúcim o používaní SAMG, tímu SAMG v rámci HK a tímu blokovej dozorne.

Súčasťou projektu JE V-2 Bohunice 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.

4.3.8 Spôsobilosť na riadenie ťažkej havárie v prípade simultánneho tavenia aktívnej zóny/poškodenia paliva v rozličných blokoch tej istej lokality (multi jednotka udalosti)

Koncept riadenia havárií vychádza v súčasnosti z predpokladu vývinu ťažkej havárie len na jednom bloku v súlade s existujúcou legislatívou a odporúčaniami. Schopnosť reagovať na ťažkú haváriu naraz na dvoch blokoch je však dotknutá len v určitých oblastiach a len z kvantitatívneho hľadiska. Podrobná analýza zvýšenej potreby dodatočného personálu a dopĺňania vyčerpaných vonkajších zdrojov vody sú analyzované v technických správach zo záťažových testov jednotlivých elektrární. Nainštalované modifikácie (čerpadlá, potrubia, armatúry) poskytujú dostatočné kapacity na zvládnutie situácie.

4.3.9 Záver o vhodnosti systémov riadenia ťažkých havárií na ochranu integrity kontajnementu

Projekt SAM zahŕňa inštaláciu niekoľkých skupín veľkých modifikácií elektrárne, ktoré majú ako celok zabezpečiť lepšiu prevenciu eskalácie ťažkých havárií, zlepšiť schopnosť personálu JE zmierniť dôsledky ťažkej havárie a zvýšiť pravdepodobnosť zachovania integrity kontajnementu. Rozsah prebiehajúceho projektu bol určený na základe podrobnej štúdie zraniteľnosti správania V213 a identifikácie problémov počas ťažkých havárií. Schválený rozsah projektu SAM sa považuje za primeraný.

4.3.10 Možné opatrenia na zvýšenie schopnosti udržať integritu kontajnementu po vzniku vážneho poškodenia paliva v AZ

Ďalšie možné opatrenia rozširujúce súčasný rámec projektu SAM budú analyzované po ukončení projektu na základe výsledkov validácie SAMG a analytickom preukázaní účinnosti stratégií pre zvládnutie reprezentatívnych scenárov ťažkých havárií.

4.4 Opatrenia pri riadení havárií na obmedzenie rádioaktívnych únikov

4.4.1 Rádioaktívne úniky po strate integrity kontajnementu

4.4.1.1 Projektové opatrenia

Okolo tlakového kontajnementu vo vnútri budovy reaktora sa nachádza vzduchotesná zóna, ktorej ventilačné systémy sú vybavené filtrami zachytávajúcimi štiepne produkty unikajúce cez prípadnú netesnosť rozhrania kontajnementu. Táto zóna vykonáva funkciu druhotného kontajnementu. Realizácia projektu SAM zahŕňa aj pripojenie ventilátorov ventilačného systému k určenému zdroju napájania, aby sa zabezpečila ich prevádzka aj počas ťažkých havárií spôsobených stratou napájania. Toto opatrenie výrazne prispieva k zmierneniu rádiologických dôsledkov pre okolie elektrárne.

Časť tlakového rozhrania primárneho kontajnementu nie je vybavená sekundárnym kontajnementom a prípadné úniky z tejto časti by viedli 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 sprchového systému kontajnementu a zabezpečeniu odvodu tepla z kontajnementu resp. udržiavania čo najnižšieho pretlaku v kontajnemente, prispievajú k znižovaniu radiačných únikov do okolia. Medzi ne patria:

- Zvýšenie spoľahlivosti sprchového systému, odstránenie jednej z dvoch RČA na vstupe do kontajneru, z odolnenie sprchového čerpadla proti radiácii a opatrenia smerujúce k obnove systému v prípade poruchy;
- Inštalácia núdzového externého zdroja vody s objemom nádrží 1 250 m³, s čerpadlom napájaným zo SAM DG umožňujúcim sprchovanie kontajneru. Nádrže bude možné priebežne doplňovať trasou (suchovodom) z mobilného zdroja vody. Trasa má kvôli spoľahlivému prístupu v havarijných podmienkach vyústenie na vonkajšom plášti budovy pomocných prevádzok.

Prevádzkyschopnosť sprchovania kontajneru zníži rádioaktívne úniky aj v prípade straty integrity kontajneru.

4.4.1.2 Prevádzkové opatrenia

Zmiernenie dôsledkov straty integrity kontajneru a následného uvoľnenia rádioaktívnych látok sú popísané v smernici SAMG SCG-1. Všetky príslušné prevádzkové opatrenia sú zahrnuté do smernice s dostatočnou úrovňou podrobností.

Minimalizácia dopadu rádioaktívnych únikov na personál elektrárne a na verejnosť je hlavnou úlohou havarijného plánovania a odozvy. Podrobné predpisy sú k dispozícii pre všetky činnosti vykonávané organizáciou havarijnej odozvy a ich súlad s legislatívou a ich vhodnosť boli overené počas Periodickej previerky bezpečnosti v rokoch 2008 a 2009.

4.4.2 Riadenie havárií po odkrytí vrchu paliva v bazéne skladovania paliva

4.4.2.1 Riadenie vodíka

Ako súčasť riadenia vodíka bol vypracovaný odhad možnej koncentrácie vodíka v reaktorovej sále vzniknutého v dôsledku degradácie paliva v bazéne vyhoreného paliva. Záverom hodnotenia bolo, že nie je potrebné inštalovať PAR v reaktorovej sále, nakoľko výsledná koncentrácia vodíka je pod prevádzkovou hranicou PAR s prihliadnutím na objem reaktorovej sály 160 000 m³. Hodnotenie však nezohľadnilo možnú nehomogénnosť distribúcie vodíka a možnosť vzniku vyššej koncentrácie v oblasti nad bazénom. Detailnejšie analýzy zatiaľ nie sú k dispozícii.

V súčasnosti sa bezpečnosť bazénu vyhoreného paliva 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 do bazéna. Prvá je trasa z externého núdzového zdroja chladiva a je zaústená do potrubia systému chladenia bazénu vyhoreného paliva. Druhá trasa je pripojením k vonkajšej stene budovy reaktora a vedie do BVP zhora, t. j., bez vzťahu k potrubiu chladenia bazéna. Obe novo inštalované trasy (ktoré sú dodatkom k už existujúcim) sú dimenzované tak, aby zaistili rýchle obnovenie hladiny v bazéne v prípade zachovania jeho integrity.

4.4.2.2 Zabezpečenie primeraného tienenia proti radiácii

Pôvodný projekt V213 uvažoval s izoláciou a zakrytím bazénu vyhoreného paliva pomocou dostatočnej vrstvy chladiva nad palivom. Teda, ochrana proti radiácii je zabezpečená dostatočnými kapacitami systémov obnovujúcich zásobu chladiva v bazéne. Táto otázka je riešená v projektoch SAM inštaláciou dvoch nezávislých potrubí pre vstrekovanie vody.

4.4.2.3 Obmedzenie únikov po vážnom poškodení vyhoreného paliva v bazénoch skladovania paliva

Ventilačný systém odsávajúci vzduch sponad bazénu skladovania nie je vybavený jódovými filtrami, takže ho nie je možné využiť pre riadenie radiačnej situácie nad bazénom. Z toho vyplýva,

že aj pre obmedzovanie rádioaktívnych únikov po degradácii paliva (ťažká havária v BVP) je možné iba obnoviť dostatočnú hladinu nad palivom za účelom účinného vymývania štiepných produktov z pary unikajúcej do reaktorovej sály.

4.4.2.4 Prístrojové vybavenia potrebné na sledovanie stavu vyhoretého paliva a na riadenie havárie

Bazén skladovania je vybavený len prístrojmi potrebnými na podporu normálnej prevádzky: meranie hladiny a meranie teploty chladiva. 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.

4.4.2.5 Dostupnosť a obývateľnosť blokovej dozorne

Pre hodnotenie dostupnosti a obývateľnosti BD v prípade ťažkej havárie v bazéne skladovania nie sú zatiaľ k dispozícii podklady. Toto hodnotenie bude predmetom ďalšieho výskumu.

4.4.2.6 Záver o vhodnosti opatrení na obmedzenie rádioaktívnych únikov

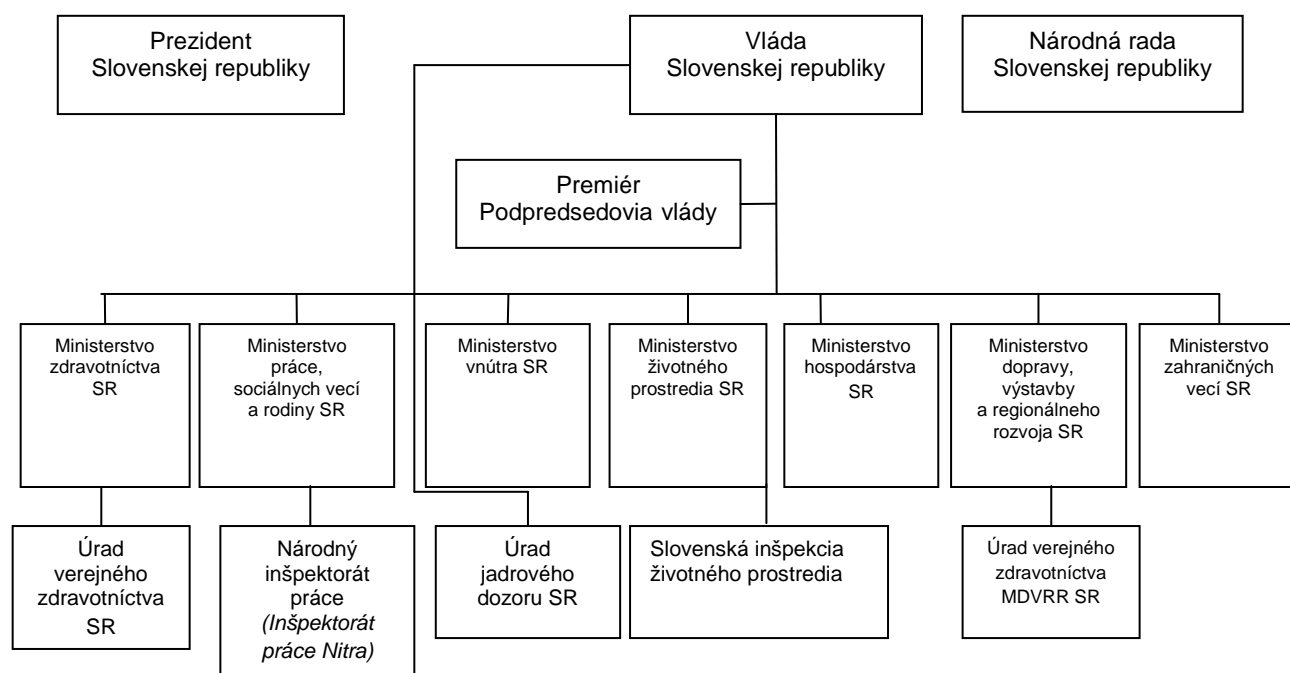
Vzhľadom na konštrukciu bazénu vyhoretého paliva a jeho prepojenie s reaktorovou sálou zatiaľ neboli posudzované možnosti jeho zodolnenia proti ťažkej havárii a izolácie od okolia JE ďalšou bariérou.

5 NÁRODNÉ ORGANIZÁCIE (DOZOR, TECHNICKÉ PODPORNÉ ORGANIZÁCIE, PREVÁDZKOVATEĽ, VLÁDA)

5.1 Legislatívny a dozorný rámec

5.1.1 Štruktúra dozorných orgánov

Dozor nad mierovým využívaním jadrovej energie vykonávajú ministerstvá a ostatné ústredné orgány štátnej správy a organizácie v rámci svojej kompetencie stanovenej v príslušných zákonoch podľa schémy znázornenej na obr. 19.



Obr. 19: Štruktúra dozorných orgánov

Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky (ÚJD SR)

ÚJD SR je ústredným orgánom štátnej správy pre oblasť jadrového dozoru. ÚJD SR zabezpečuje výkon štátneho dozoru nad jadrovou bezpečnosťou jadrových zariadení vrátane nakladania s rádioaktívnymi odpadmi a vyhoretým palivom a ďalšími fázami palivového cyklu, nad jadrovými materiálmi vrátane ich kontroly a evidencie, ako aj nad fyzickou ochranou jadrových zariadení a jadrových materiálov zabezpečovanou držiteľom príslušného povolenia. Zabezpečuje posudzovanie zámerov programu využitia jadrovej energie a kvality vybraných zariadení a prístrojov jadrovej techniky a záväzky Slovenskej republiky vyplývajúce z medzinárodných zmlúv týkajúce sa jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení a nakladania s jadrovými materiálmi.

Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky (Úrad verejného zdravotníctva SR)

Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky je ústredným orgánom štátnej správy pre zdravotnú starostlivosť, ochranu zdravia a ďalšie činnosti v oblasti zdravotníctva. Štátnu správu na úseku ochrany zdravia vykonávajú ministerstvo zdravotníctva SR a Úrad verejného

zdravotníctva SR. Do pôsobnosti ministerstva patrí ustanovenie limitov ožiarenia a podmienok na zneškodňovanie a ukladanie rádioaktívnych odpadov z hľadiska možného vplyvu na zdravie. Úrad verejného zdravotníctva SR metodicky usmerňuje ochranu zdravia pred účinkami ionizujúceho žiarenia a vydáva povolenia na činnosti vedúce k ožiareniu, vykonáva štátny zdravotný dozor v jadrových zariadeniach a je kontaktným partnerom pre orgány EÚ v oblasti ochrany zdravia pred ionizujúcim žiarením (radiačnej ochrany). Úlohou rezortu je aj zabezpečiť zdravotné služby v zdravotníckych zariadeniach určených na poskytovanie vynútenej zdravotnej starostlivosti osobám postihnutým možnou radiačnou haváriou alebo únikom radiácie.

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR)

Zákonom č. 372/2010 Z. z. zo 7. septembra 2010, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 575/2001 Z. z. o organizácii činnosti vlády a organizácii ústrednej štátnej správy v znení neskorších predpisov, prichádza k 1. 11. 2010 k rozdeleniu Ministerstva pôdohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky, z ktorého sa odčlenilo a opäť bolo vytvorené Ministerstvo životného prostredia SR.

MŽP SR je ústredným orgánom štátnej správy Slovenskej republiky (okrem iného) pre tvorbu a ochranu životného prostredia. Ministerstvu životného prostredia SR sú podriadené:

- Slovenská inšpekcia životného prostredia, ktorej prostredníctvom MŽP SR plní funkciu orgánu hlavného štátneho dozoru vo veciach životného prostredia.
- Slovenský hydrometeorologický ústav a ďalšie.

MŽP SR zabezpečuje okrem iného proces posudzovania vplyvov strategických dokumentov na životné prostredie vykonávaný aj podľa Protokolu o strategickom environmentálnom hodnotení a proces posudzovania vplyvov navrhovaných činností na životné prostredie podľa Dohovoru o hodnotení vplyvov na životné prostredie presahujúcich štátne hranice. Cieľom uvedeného postupu je poskytovať vysokú úroveň ochrany životného prostredia vrátane zdravotných hľadísk, a to:

- a) zabezpečením dôkladného zohľadnenia environmentálnych hľadísk vrátane zdravotných hľadísk pri príprave politík, legislatívy a navrhovaných činností;
- b) stanovením jasných, transparentných a účinných postupov pre posudzovanie strategických dokumentov a navrhovaných činností;
- c) zabezpečením účasti verejnosti na posudzovaní strategických dokumentov a navrhovaných činností a
- d) prostredníctvom toho následnou integráciou environmentálnych hľadísk vrátane zdravotných hľadísk do opatrení a nástrojov navrhovaných na podporu udržateľného rozvoja.

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky (MV SR)

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky je okrem iného ústredným orgánom štátnej správy pre koncepčné riadenie a kontrolu protipožiarnej ochrany, prípravu integrovaného záchranného systému vrátane civilnej ochrany obyvateľstva a majetku, verejného poriadku a bezpečnosti osôb. Pre prípad havárie jadrového zariadenia sa podieľa na riadení a vykonávaní záchranných prác, organizuje a zabezpečuje činnosť vyzostievacieho a varovacieho centra Slovenskej republiky, budovanie, prevádzku a údržbu informačných systémov zberu radiačných dát, prevádzku integrovaného meteorologického systému a pod. Zabezpečuje 24 hodinovú stálu službu, ktorá plní funkciu národného kontaktného miesta Slovenskej republiky voči Medzinárodnej agentúre pre atómovú energiu vo Viedni a kompetentnému orgánu Európskej komisie (ECURIE) v Luxemburgu.

Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky (MH SR)

Zákonom č. 403/2010 Z. z. z 13. októbra 2010, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 575/2001 Z. z. o organizácii činnosti vlády a organizácii ústrednej štátnej správy v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony prichádza k 1. 11. 2010 k rozdeleniu Ministerstva hospodárstva a výstavby Slovenskej republiky a následnému prerozdeleniu kompetencií. Zároveň sa zmenil názov ministerstva späť na Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky.

Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky je ústredným orgánom štátnej správy (okrem iného) pre jadrovú energetiku vrátane hospodárenia s jadrovým palivom, pre uskladňovanie rádioaktívnych odpadov, pre vyhľadávanie a prieskum rádioaktívnych surovín a ich ťažbu, a pre povoľovanie vývozu špeciálnych materiálov a zariadení ako tovaru dvojakého použitia.

Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky (MPSVR SR)

Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky je ústredným orgánom štátnej správy (okrem iného) pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci a inšpekciu práce. Štátnu správu v oblasti inšpekcie práce vykonávajú orgány štátnej správy, ktorými sú Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny SR, Národný inšpektorát práce a inšpektoráty práce.

Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny SR riadi a kontroluje Národný inšpektorát práce (NIP) a zodpovedá za výkon inšpekcie práce. Národný inšpektorát práce je nadriadeným orgánom inšpektorátu práce Nitra, ktorý vykonáva (okrem iného) aj inšpekciu práce na pracoviskách jadrového zariadenia aj v jadrovej energetike a dohľad podľa osobitných predpisov.

Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky (MDVRR SR) a Úrad verejného zdravotníctva Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky Slovenskej republiky (ÚVZ MDVRR SR)

MDVRR SR je ústredným orgánom štátnej správy pre železničnú, cestnú, vodnú a leteckú dopravu a ďalšie činnosti v oblasti dopravy. Z hľadiska prepráv čerstvého a vyhorelého jadrového paliva, je MDVRR SR jedným z orgánov, ktorý sa zúčastňuje na ich povoľovacom procese. Podľa § 28 ods. 13 písm. c) atómového zákona ministerstvo dopravy schvaľuje havarijný dopravný poriadok, ktorý obsahuje opatrenia počas nehody alebo havárie pri preprave rádioaktívnych materiálov, a to formou rozhodnutia ministra o schválení predmetného havarijného poriadku.

ÚVZ MDVRR SR zabezpečuje výkon štátnej správy ministerstva dopravy v rámci verejného zdravotníctva pre oblasť leteckej dopravy, lodnej dopravy, pôšt a telekomunikácií. Svoju činnosť vykonáva v súlade s § 7 zákona č. 355/2007 Z. z. o ochrane podpore a rozvoji verejného zdravia v znení neskorších predpisov. ÚVZ MDVRR SR riadi a za jeho činnosť zodpovedá vedúci hygienik rezortu MDVRR SR, ktorého vymenúva a odvoláva minister dopravy. ÚVZ MDVRR SR je rozpočtová organizácia, ktorá je finančnými vzťahmi napojená na rozpočet MDVRR SR.

Z hľadiska svojej pôsobnosti ÚVZ MDVRR SR v oblasti využívaní jadrovej energie určuje podmienky na vykonávanie činností vedúcich k ožiareniu a činnosti dôležité z hľadiska radiačnej ochrany (radiačná ochrana pri preprave) a vydáva povolenia na prepravu podľa zákona č. 355/2007 Z. z.

Technické podporné organizácie (TSO)

K jednému z hlavných pilierov bezpečného využívania jadrovej energie môžeme zaradiť aj služby, ktoré zabezpečujú technické podporné organizácie (TSO), univerzity a Slovenská akadémia vied (SAV) poskytujúce široké spektrum potrebných technických zručností, ktoré nie je prevádzkovateľ alebo dozorný orgán schopný zabezpečiť z vlastných zdrojov.

TSO pracujú čiastočne pre držiteľov povolení a čiastočne pre dozorný orgán v oblastiach, kde je zabezpečené, že neprichádza k stretu záujmov.

Činnosti týchto TSO sú zamerané na oblasť jadrovej bezpečnosti v celom spektre vrátane rádioaktívnych odpadov a vyradovania jadrových zariadení formou rôznych analýz, technických správ, posudkov, atď.

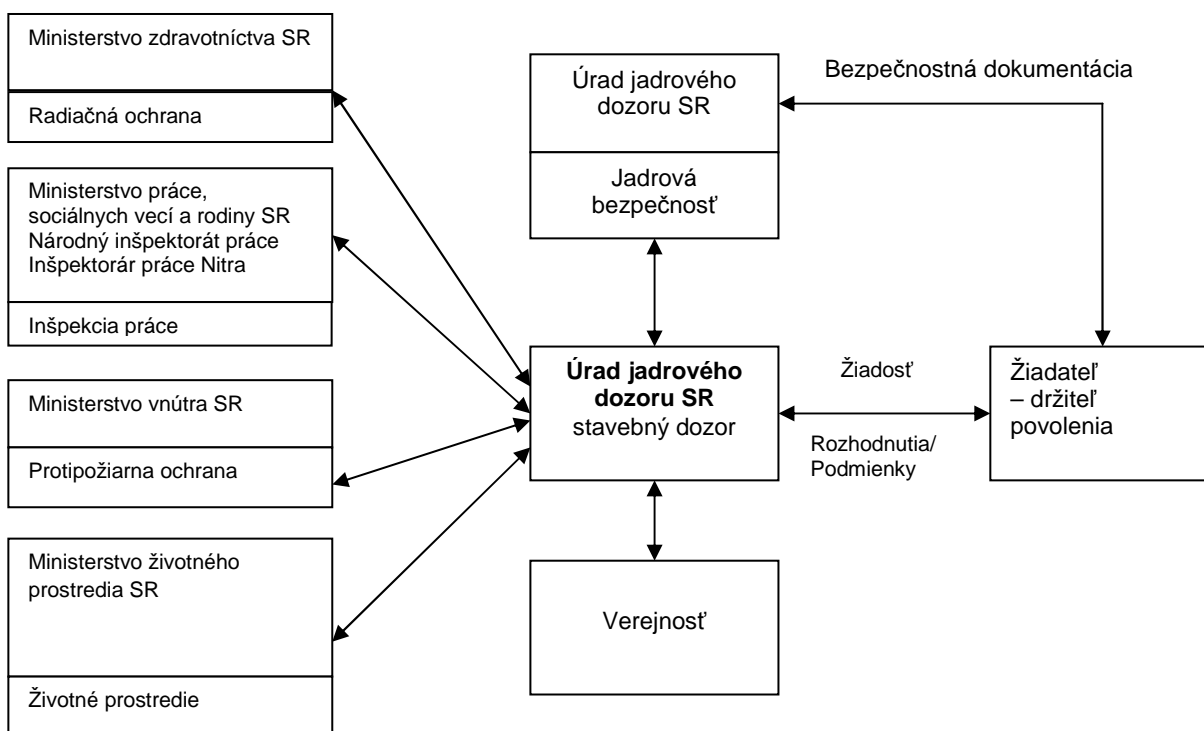
Tieto organizácie sa podieľajú hlavne na činnostiach zameraných na:

- návrhy systémov súvisiace s projektovaním, výstavbou, prevádzkou a rekonštrukciou jadrových zariadení,
- vypracovanie podporných analýz zameraných napr. na modernizáciu systému kontroly a riadenia JE typu VVER-440/V213, zvýšenie výkonu blokov, pravdepodobnostných analýz a pod.,
- služby v oblasti výpočtového modelovania projektových i nadprojektových havárií (vrátane ťažkých havárií s tavením aktívnej zóny) jadrových elektrární,
- vypracovanie havarijných analýz pre bezpečnostné správy JE typu VVER-440/V213,
- nezávislé posúdenie havarijných analýz bezpečnostných správ JE V-2 Bohunice a Mochovce 1,2,
- poradenstvo v oblasti bezpečnosti prevádzky jadrových elektrární (protipožiarnu ochranu, zdokonaľovanie kabeláže, seizmické a iné externé udalosti),
- vypracovanie základnej technickej dokumentácie a dokumentácie EIA,
- vypracovanie bezpečnostných správ,
- kontrolu jadrových zariadení pomocou zákazkovo vyrobených manipulátorov a diaľkovo ovládaných vozíkov.

5.1.2 Interakcie medzi organizáciami

5.1.2.1 Povoľovacie konanie jadrových zariadení

Povoľovacie konanie pre jadrové zariadenia má päť hlavných etáp, a to: umiestnenie jadrového zariadenia, jeho stavbu, uvádzanie do prevádzky, prevádzku a etapu vyradovania. Pred vydaním povolenia na prevádzku dozorný orgán vykonáva kontroly podľa schváleného harmonogramu programu jednotlivých etáp uvádzania jadrového zariadenia do prevádzky (skúšky, zavážanie paliva, fyzikálne spúšťanie, energetické spúšťanie, skúšobná prevádzka). Hlavné dozorné orgány a proces licenčného konania pri vydávaní povolenia na prevádzku je znázornený na obr. 20.



Obr. 20: Povoľovacie konanie pre výstavbu, prevádzku a vyradovanie

Základnými podmienkami pre vydanie povolenia je vypracovanie a predloženie bezpečnostnej dokumentácie uvedenej v prílohách zákona č. 541/2004 Z. z. (atómového zákona) potrebnej pre vydanie jednotlivých druhov rozhodnutí a plnenie zákonných požiadaviek na jadrovú bezpečnosť. Zásadným predpokladom je aj splnenie podmienok predchádzajúcich schvaľovacích konaní a rozhodnutí dozorného orgánu.

Pri umiestnení stavby jadrového zariadenia rozhoduje krajský stavebný úrad, ktorý vydáva rozhodnutie o umiestnení stavby JZ na základe súhlasu vydaného ÚJD SR a stanovísk ďalších dozorných orgánov (Úrad verejného zdravotníctva SR, orgány inšpekcie práce). Povolenie na stavbu jadrového zariadenia, povolenie na predčasné užívanie stavby (súčasťou je povolenie na uvádzanie jadrového zariadenia do prevádzky), súhlas na dočasné užívanie stavby (súčasťou je súhlas na skúšobnú prevádzku) i rozhodnutie o kolaudácii stavby (jeho súčasťou je povolenie na prevádzku jadrového zariadenia) vydáva už ÚJD SR ako stavebný úrad. ÚJD SR uskutočňuje svoju pôsobnosť stavebného úradu a orgánu štátnej správy pre jadrovú bezpečnosť súčasne v jednom a tom istom konaní, v ktorom rozhoduje na základe svojich vlastných čiastočných rozhodnutí (čiastkové schvaľovanie bezpečnostnej dokumentácie), ako aj na základe stanovísk príslušných dozorných orgánov - Úradu verejného zdravotníctva SR (radiačná ochrana), inšpektorátu práce (inšpekcia práce, ktorou sa vykonáva dozor nad bezpečnosťou a ochranou zdravia pri práci) a iných orgánov a organizácií štátnej správy (protipožiarna ochrana, civilná ochrana). Pri vydávaní súhlasov a povolení Úradom jadrového dozoru SR, sú povinnosti ÚJD SR a ostatných dotknutých orgánov určené zákonom č. 541/2004 Z. z. (atómový zákon), zákonom č. 50/1976 Zb. (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov, vyhláškou ÚJD SR č. 430/2011 Z. z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť, vyhláškami Ministerstva životného prostredia SR č. 453/2000 Z. z. a č. 55/2001 Z. z. a vyhláškou MPSVR SR č. 508/2009 Z. z. Za jadrovú bezpečnosť zodpovedá držiteľ povolenia.

Dokumentácia, ktorá tvorí súčasť žiadosti o vydanie jednotlivých druhov rozhodnutí ÚJD SR, a ktorú je nevyhnutné doložiť, je vymenovaná v prílohách č. 1 a 2 atómového zákona.

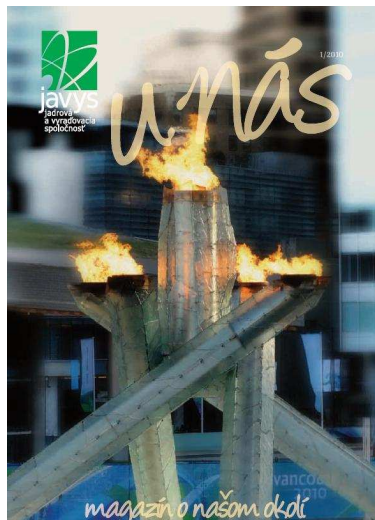
Podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení ustanovuje vyhláška ÚJD SR č. 31/2012 Z. z.

5.1.3 Transparentnosť - otvorenosť

Právo na informácie je garantované ústavou a ďalšími dokumentmi o ľudských právach už od začiatku 90. rokov. Prijatie zákona č. 211/2000 Z. z. (zákon o slobodnom prístupe k informáciám v znení neskorších predpisov) poskytlo občanom zákonný spôsob získania potrebných informácií. Tento zákon spolu so zákonom č. 541/2004 Z. z. (atómový zákon) a zákonom č. 24/2006 Z. z. (zákon o posudzovaní vplyvov na životné prostredie v znení neskorších predpisov) tvoria legislatívny rámec komunikácie s verejnosťou v oblasti jadrovej energie. Prevádzkovateľ je povinný v zmysle zákona č. 541/2004 Z. z. (v zmysle § 27 ods. 4 zákona č. 541/2004 Z. z.) informovať ÚJD SR o udalostiach na prevádzkovaných jadrových zariadeniach a v prípade výskytu nehody alebo havárie musí v zmysle § 27 ods. 4 písm. f zákona aj informovať verejnosť. Medzi povinnosťmi držiteľa povolenia patrí podľa § 10 ods. 10 písm. m atómového zákona informovať verejnosť aj o hodnotení stavu jadrovej bezpečnosti ním prevádzkovaných jadrových zariadení.

Prevádzka jadrových elektrární, ako aj výstavba 3. a 4. bloku v Mochovciach výrazne ovplyvnili život v regiónoch, čo si nevyhnutne vyžiadalo zintenzívnenie obojstrannej komunikácie s regiónmi v okolí JZ, ako aj na celonárodnej úrovni. Transparentné informovanie o všetkých aspektoch výstavby, prevádzky a vyradovania JZ z prevádzky a zverejňovanie informácií verejne dostupnými informačnými kanálmi sa stalo neoddeliteľnou súčasťou otvorenej politiky prevádzkovateľov a dozorných orgánov v oblasti informovania a účasti zainteresovaných strán na rozhodovacích procesoch. Medzi najvýznamnejšie komunikačné kanály patria:

- informačné centrá Mochovce a Bohunice, organizovanie exkurzií priamo do jadrových zariadení (ročne navštívi priestory závodu Bohunice a závodu Mochovce až 10 tisíc návštevníkov z celej SR i zo zahraničia) a externých prednášok na školách;
- mesačník Atóm.sk distribuovaný zdarma v regiónoch Mochovce a Bohunice a ďalšie tlačoviny (informačné brožúry a letáky na Infocentrách a webových stránkach prevádzkovateľov), v ktorých sú laickej verejnosti podávané informácie prístupnou a zrozumiteľnou formou;
- webové stránky prevádzkovateľov – www.seas.sk, www.javys.sk;
- občianske informačné komisie (ďalej len „OIK“) Mochovce a Bohunice, ktoré sú zložené z volených a iných predstaviteľov regionálnej verejnosti; členovia OIK majú pravidelné stretnutia s manažmentom prevádzkovateľov a dostávajú tak kvalifikované informácie z prvej ruky;
- regionálne združenia miest a obcí, ktoré takisto komunikujú a riešia svoje problémy v súčinnosti s prevádzkovateľmi JZ v danom regióne;
- spoločenská zodpovednosť prevádzkovateľa vrátane sponzorských programov, ktoré pomáhajú v oblastiach, ktoré to najviac potrebujú a ktoré prinášajú všeobecne prospešný úžitok (podpora vzdelávania, zdravotníctva a charity, kultúry, športu, životného prostredia),
- dni otvorených dverí (tzv. „Open plant“) pre zamestnancov a verejnosť, ktoré sa každoročne organizujú pri oboch JZ,
- semináre pre novinárov, starostov a zástupcov samosprávy; tlačové konferencie a brífingy, tlačové správy pre médiá, aktívna účasť na domácich i zahraničných výstavách, konferenciách a pod.



ÚJD SR ako ústredný orgán štátnej správy poskytuje v oblasti svojej pôsobnosti informácie na požiadanie a zároveň aktívne zverejňuje informácie o stave jadrových zariadení v SR a o svojej činnosti ako dozorného orgánu, čím umožňuje verejnosti a masmédiám kontrolu údajov a informácií o jadrových zariadeniach, ako aj o ÚJD SR. Na webovej stránke ÚJD SR (www.ujd.gov.sk) sú okrem uvedených informácií zverejnené aj začaté, prebiehajúce a ukončené správne konania podľa zákona č. 71/1967 Zb. o správnom konaní v znení neskorších predpisov a atómového zákona v znení neskorších predpisov, ako aj rozhodnutia vydané ÚJD SR v plnom znení s odôvodnením.

ÚJD SR má kompetencie v oblasti informovania verejnosti o jadrovej bezpečnosti a monitoruje iné mediálne zdroje s cieľom získania potrebného prehľadu informačnej politiky o danom subjekte. Je dozorným orgánom, ktorý nezávisle od prevádzkovateľov jadrových zariadení poskytuje informácie o jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení vrátane informácií o bezpečnosti nakladania s rádioaktívnymi odpadmi, vyhoretým jadrovým palivom, jadrovými materiálmi, ich kontrole a evidencii, ako aj informácie o ďalších fázach palivového cyklu.

ÚJD SR spracováva každoročne v zmysle atómového zákona správu o výsledkoch činnosti ÚJD SR a o bezpečnosti jadrových zariadení v SR za uplynulý rok, ktorá je predkladaná na rokovanie vlády SR a Národnej rady SR. Vydáva sa aj brožovaná výročná správa v slovensko-anglickej verzii, ktorá je distribuovaná do knižníc, na ministerstvá, ostatné ústredné orgány štátnej správy, do štátnych organizácií, na zastupiteľstvá cudzích štátov v SR, zastupiteľstvá SR v zahraničí, zahraničné dozorné orgány, medzinárodné a iné organizácie a školy.

ÚJD SR kladie mimoriadny dôraz na komunikáciu s obyvateľstvom v regióne s jadrovými zariadeniami, snaží sa o jej neustále zlepšovanie formou spolupráce s OIK a zástupcami obcí, distribúciou informatívnych materiálov ako sú výročné správy a letáky a prispievaním do regionálnej tlače a TV.

ÚJD SR každoročne zasiela do tlačových agentúr SR, do denníkov a do elektronických médií príspevky o svojich domácich a zahraničných aktivitách a organizuje tlačové konferencie pre novinárov.

ÚJD SR je spolu so Státnim úradom pro jadernou bezpečnost' Českej republiky (SÚJB) vydavateľom odborného časopisu „Bezpečnost' jadrovej energetiky“, ktorý je zameraný na prezentovanie najnovších poznatkov v oblasti jadrovej bezpečnosti v SR a ČR.

6 HAVARIJNÁ PRIPRAVENOSŤ A REAKCIE PO PRÍPADNEJ HAVÁRII (MIMO ZARIADENIA)

6.1 Vykonávanie právnych predpisov v oblasti havarijnej pripravenosti

6.1.1 Národná organizácia havarijnej pripravenosti

Najvyšším orgánom krízového riadenia v SR je v súlade so zákonom č. 387/2002 Z. z. Ústredný krízový štáb (ďalej ÚKŠ), ktorý svojou vecnou pôsobnosťou slúži ako výkonný orgán vlády SR. V ÚKŠ sú zastúpené všetky rezortné ministerstvá a ostatné ústredné orgány štátnej správy. ÚKŠ koordinuje činnosť štátnej správy, samosprávy a ďalších zložiek pri riešení krízovej situácie, t. j. pri riešení nehody alebo havárie jadrového zariadenia alebo pri preprave (nemá ale preventívnu funkciu). Samotný systém krízového riadenia, ktorého súčasťou je ÚKŠ, tvoria okrem vlády SR, ministerstiev a ostatných ústredných orgánov štátnej správy, miestne orgány štátnej správy a samosprávy.

Pre zabezpečenie potrebných opatrení na zvládnutie havarijného stavu jadrového zariadenia a opatrení na ochranu obyvateľstva a hospodárstva pri havárii s vplyvom na okolie je národná organizácia havarijnej pripravenosti (obr. 21) členená do troch úrovní:

1. úroveň tvoria havarijné komisie jadrových zariadení, ktorých hlavnými funkciami sú riadenie prác a opatrení na území jadrových zariadení tak, aby umožnili zistiť stav technologického zariadenia a riadiť opatrenia na zvládnutie havarijného stavu a obmedzenie následkov na personál, zariadenie a následkov na životné prostredie a obyvateľstvo.

Ďalšou funkciou tejto úrovne je informačná funkcia pre činnosti orgánov štátnej správy na úrovni miestnej štátnej správy, ktorá zabezpečí informácie o stave zariadení a možných dosahoch na okolie.

2. úroveň je organizovaná na úrovni regiónu a tvoria ju krízové štáby miestnej štátnej správy a samosprávy, ktorých územie spadá do oblasti ohrozenia, v ktorej môže byť ohrozený život, zdravie, alebo majetok a kde sa plánujú opatrenia na ochranu obyvateľstva. Toto územie je stanovené okruhom 25 km okolo JZ V-1 Jaslovské Bohunice, 21 km okolo JZ V-2 Jaslovské Bohunice a 20 km okolo JZ Mochovce.

3. úroveň tvorí na národnej (celoštátnej) úrovni ÚKŠ so svojimi odbornými podpornými zložkami (napr: Centrum havarijnej odozvy ÚJD SR – CHO a Slovenské ústredie radiačnej monitorovacej siete - SÚRMS). Jeho úlohou je riešenie mimoriadnej situácie, ak rozsah *mimoriadnej udalosti* presiahne územie kraja.

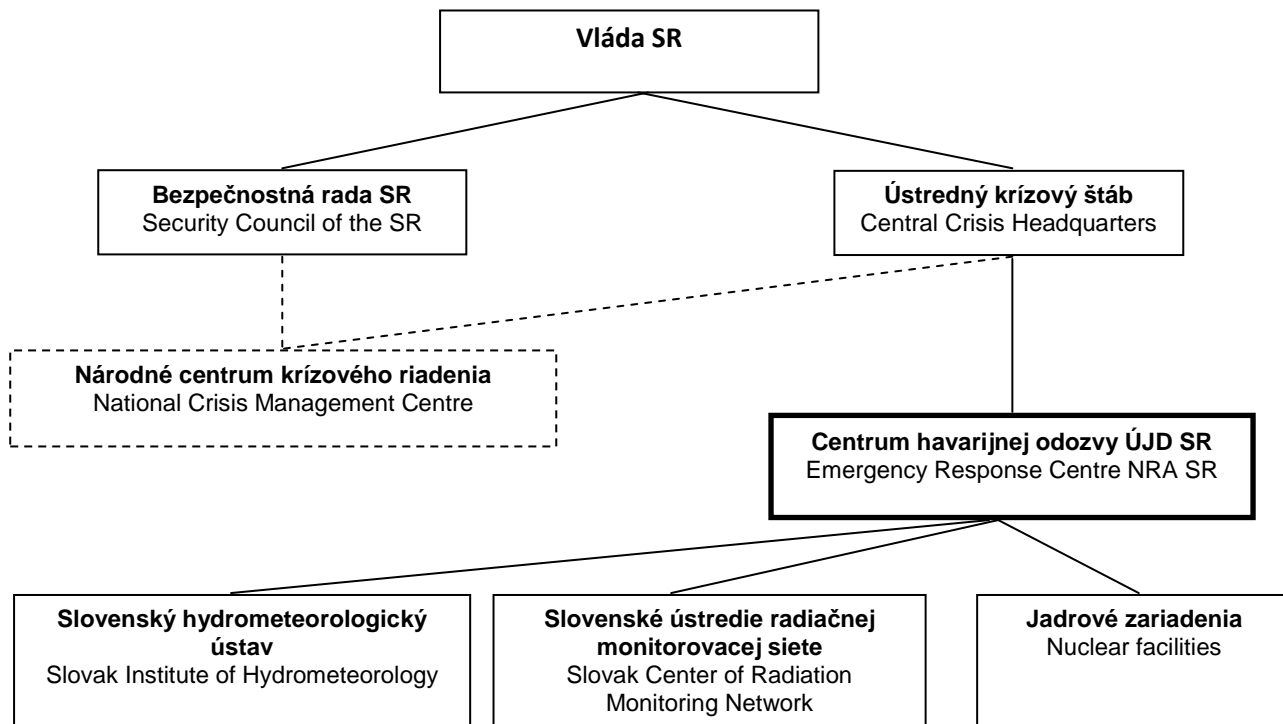
Súčasťou tejto úrovne sú poruchové komisie držiteľov povolení na prevádzku jadrových zariadení, ktoré úzko spolupracujú s CHO ÚJD SR, ale aj s miestnou štátnou správou a samosprávou. Hlavnou úlohou poruchovej komisie je *v prvom rade* organizovať a koordinovať rýchlu likvidáciu následkov závažných a mimoriadnych udalostí na príslušných výrobných alebo rozvodných zariadeniach.

6.1.2 Ústredný krízový štáb (ÚKŠ) - odborné a technické prostriedky

Centrum havarijnej odozvy ÚJD SR (ďalej len „CHO“) je technický podporný prostriedok ÚKŠna monitorovanie prevádzky JZ a na vyhodnocovanie technického stavu a radiačnej situácie v prípade jadrovej alebo radiačnej havárie a prognózovanie vývoja havárie a jej následkov.. V oblasti hodnotenia radiačnej situácie ÚJD SR spolupracuje s ÚVZ SR (Ústredie radiačnej

monitorovacej siete) jediným orgánom zodpovedným za navrhovanie opatrení na ochranu zdravia obyvateľov.

Slovenské ústredie radiačnej monitorovacej siete (ďalej len „SÚRMS“) je technický podporný orgán, ktorý zabezpečuje efektívny systém monitorovania združujúci monitorovacie systémy jednotlivých rezortov.



_____ Existujúce subjekty a vzťahy

----- Predpokladané subjekty a vzťahy

Obr. 21: Národná organizácia havarijnej odozvy

Centrum havarijnej odozvy (CHO)

V súlade s platnou legislatívou má ÚJD SR vytvorené Centrum havarijnej odozvy (CHO) ako prostriedok na hodnotenie priebehu a následkov nehôd a havárií JZ závažných z hľadiska ich možného vplyvu na okolie, prípravu návrhov opatrení alebo odporúčaní na ďalší postup. CHO je začlenené v systéme havarijnej pripravenosti SR a spolupracuje pri príprave odporúčaní s ÚKŠ. Tento si môže prizvať na riešenie udalosti špecialistov z rôznych rezortov. Vzťah medzi jednotlivými subjektmi riadenia opatrení na ochranu obyvateľstva pri nehode alebo havárii s vplyvom rádioaktívnych látok na životné prostredie je znázornený na obr. 21.

Pre prácu v CHO vytvoril ÚJD SR zo svojich zamestnancov špecialistov a ostatných zamestnancov havarijný štáb úradu. Hlavnými funkciami havarijného štábu sú:

- analyzovať stav jadrového zariadenia v prípade udalosti,
- spracovať prognózy vývoja udalosti - havárie alebo havárie a rádiologických dopadov na obyvateľstvo a životné prostredie,
- navrhnúť odporúčania na opatrenia na ochranu obyvateľstva a postúpiť ich na ÚKŠ, príslušné obvodné úrady v sídle kraja a ďalšie dotknuté orgány,

- pripravovať podklady a odporúčania pre predsedu úradu, ktorý je členom ÚKŠ a Bezpečnostnej rady SR,
- vykonávať dozor nad aktivitami držiteľa povolenia na prevádzku JZ počas havarijnej situácie,
- informovať EK, MAAE a susedné krajiny v rámci záväzkov SR, ktorých je úrad gestorom (multilaterálne a bilaterálne zmluvy), informovať médiá a verejnosť.

Havarijný štáb je odborne a personálne dostatočne zabezpečený a môže pracovať v troch sledoch tak, aby sa zabezpečila kontinuita jeho práce aj počas skutočných udalostí, ktoré môžu trvať dlhšie ako 8 hodín. Každý sled má svoje vedenie, ktoré sa skladá z predsedu, asistenta a vedúcich odborných skupín. Sú to tieto skupiny:

- Skupina reaktorovej bezpečnosti;
- Podskupina lokálnych inšpektorov;
- Skupina radiačnej ochrany;
- Podskupina mobilnej dozimetrie;
- Skupina logistickej podpory;
- Skupina spravodajstva.

6.1.3 Vnútorne havarijné plány

Vnútorne havarijné plány prevádzkovateľa a súvisiace dokumenty sú vypracované tak, aby bola zabezpečená ochrana a príprava zamestnancov pre prípad, keď nastane významný únik rádioaktívnych látok do pracovného prostredia alebo okolia, a je potrebné urobiť opatrenia na ochranu zdravia osôb na úrovni jadrového zariadenia alebo obyvateľstva v jeho okolí.

Účelom vnútorného havarijného plánu je zabezpečiť pripravenosť zamestnancov JZ na realizáciu plánovaných opatrení v prípade vzniku udalosti na JZ, s dôrazom na zabezpečenie základných cieľov:

- znížiť riziko alebo zmierniť následky udalosti na JZ priamo pri jej zdroji na zariadenie, zamestnancov a obyvateľov v okolí JZ,
- predchádzať ťažkým zdravotným poškodeniam (napr. úmrtie alebo ťažké zranenie),
- znížiť riziko pravdepodobnosti výskytu stochastických účinkov na zdravie (napr. rakovina a vážne dedičné javy).

Cieľom vnútorného havarijného plánu je zabezpečenie činnosti organizácie havarijnej odozvy (ďalej len „OHO“), t. j. plánovanie a príprava organizačných, personálnych a materiálovo-technických prostriedkov a opatrení na úspešné zvládnutie krízových a havarijných situácií podľa klasifikovanej udalosti. OHO je u držiteľov povolenia tvorená nasledovnými útvarmi:

- Havarijné riadiace stredisko (HRS),
- Stredisko technickej podpory (STP),
- Stredisko logistiky a ochrany personálu (SLOP),
- Monitorovacie stredisko (MS),
- Informačné stredisko (IS).

Samotné informovanie počas havarijnej situácie zahŕňa okrem vedenia prevádzkovateľa dozorné orgány (ÚJD SR, MV SR, ÚVZ SR), SÚRMS a krízové štáby na úrovni miestnej štátnej správy.

Udalosti na viacerých blokoch

Vyhláškou č. 55/2006 Z. z. o podrobnostiach v havarijnom plánovaní pre prípad nehody alebo havárie je definované, že vnútorný havarijný plán držiteľa povolenia musí obsahovať opatrenia pri súčasnej prevádzke jadrového zariadenia a výstavbe iných celkov na území jadrového zariadenia s dopadom na havarijné plánovanie a radiačnú udalosť na inom jadrovom zariadení. Takisto vnútorný havarijný plán popisuje iné riziká, ktoré môžu ovplyvniť jadrovú bezpečnosť (explózia, požiar, úniky horľavých pár a toxických chemických látok, záplavy, vietor a extrémny chlad).

V súčasnosti je v lokalite Bohunice len jedna jadrová elektrárňa (s dvomi blokmi) v prevádzke a takáto istá situácia je aj v lokalite Mochovce. Po spustení jadrovej elektrárne MO3,4 do prevádzky bude vnútorný havarijný plán oboch jadrových elektrární v lokalite Mochovce doplnený o postup prác pri vzniku udalosti na obidvoch elektrárnach. V prípade udalosti súbežne na dvoch elektrárnach v jednej lokalite budú pracovať v havarijnej komisii dvaja technológovia blokovej dozorne. Títo budú fyzicky prítomní na každej postihnutej elektrárni.

6.1.3.1 Zariadenia a prostriedky havarijnej pripravenosti

Sú tvorené útvarmi uvedenými v kapitole 6.1.3 a doplnené nasledovnými zariadeniami:

- Záložné havarijné stredisko (ZHRS) slúži ako náhradné pracovisko havarijnej komisie pre prípad extrémne nepriaznivej radiačnej situácie. *Nachádza sa v priestoroch laboratórií radiačnej kontroly okolia v lokalite Bohunice (Trnava) a Mochovce (Levice).*
- Úkryty CO sa využívajú na prvotné ukrytie zmenových zamestnancov a zasahujúceho personálu a slúžia pre výdaj prostriedkov individuálnej ochrany a špecializovaného výstroja pre zasahujúce jednotky.
- Zhromaždiská CO slúžia pre zhromaždenie zamestnancov a ostatných osôb zdržujúcich sa na území JZ. Svojím vybavením vytvárajú podmienky pre krátkodobý pobyt zamestnancov *za súčasného použitia* prostriedkov individuálnej ochrany.
- Závodné zdravotné stredisko (ZZS) určené pre základné zdravotné zabezpečenie, poskytovanie predlekárskej a lekárskej pomoci a prípravu odsunu postihnutých osôb do špecializovaných zdravotníckych zariadení. Súčasťou ZZS je dekontaminačný uzol a pracoviská na meranie vnútornej kontaminácie osôb.
- Komunikačné prostriedky a zariadenia inštalované na území JZ:
 - a) verejná telefónna sieť Slovenských telekomunikácií,
 - b) telefónna sieť energetiky,
 - c) mobilné telefónne prístroje,
 - d) účelová rádiosieť Motorola,
 - e) pagingová sieť,
 - f) závodný rozhlas a prevádzkové (blokové) rozhlasy.

6.1.3.2 Systémy udržiavania havarijnej pripravenosti

V lokalitách Bohunice a Mochovce *sú zamestnanci zaradení* podľa rozsahu havarijnej prípravy do 4 kategórií:

- I. kategória - personál s krátkodobým pobytom v JZ (charakteru návštev, exkurzií a pod.),
- II. kategória - personál trvale pracujúci v JZ,
- III. kategória - personál zaradený do OHO,
- IV. kategória - starostovia obcí a primátori miest v oblasti havarijného plánovania.

Príprava pozostáva z dvoch častí:

- teoretické školenia,
- praktické cvičenia.

Havarijné školenia personálu elektrárne sú realizované podľa jednotlivých zaradení formou prednášky, výkladu, skupinových seminárov, praktických ukážok a praktických školení - nácvikov. Samostatnú časť tvoria havarijné školenia zmenového personálu. V oboch lokalitách u držiteľa povolenia (SE, a. s.) sú vykonávané zmenové cvičenia 2x ročne, celoareálové havarijné cvičenie 1x ročne, ktorého sa zúčastňujú všetci zamestnanci jadrových zariadení v lokalite a súčinnosťné havarijné cvičenie, ktoré je realizované v súčinnosti s orgánmi miestnej štátnej správy a samosprávy, CHO ÚJD SR, prípadne inými zložkami OHO (hasičské útvary, zdravotníctvo,

armáda a pod.) 1x za 3 roky. Posledné súčinnosťné cvičenie za účasti CHO ÚJD SR, orgánov miestnej štátnej správy sa konali v 25 km oblasti ohrozenia lokality Bohunice v októbri 2009 a v 20 km oblasti ohrozenia lokality Mochovce v marci 2009.

Každého cvičenia sa zúčastňujú pozorovatelia a rozhodcovia, ktorí po ukončení cvičení vyhodnocujú ich priebeh a na základe ich záverov sa prijímajú opatrenia na zlepšenie činnosti jednotlivých zložiek OHO. Tieto opatrenia sú následne kontrolované a ich plnením sa zaoberá vedenie závodu a inšpektori úradu.

6.1.4 Radiačná ochrana

6.1.4.1 Plány ochrany obyvateľstva (vonkajšie havarijné plány)

Ochranné opatrenia sú súčasťou plánu ochrany obyvateľstva, ktorý vypracúvajú územne príslušné štátne orgány a obce nachádzajúce sa v oblasti ohrozenia jadrového zariadenia definovanou vzdialenosťou do 25 km v prípade JE V-1 Bohunice, 21 km v prípade JE V-2 Bohunice a 20 km v prípade JE Mochovce (Pozn.: Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky podľa ustanovenia § 4 ods. 2 písm. a) bod 12 a § 28 ods. 5 zákona č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie schválil v roku 2007 pre JAVYS, a. s., veľkosť oblasti ohrozenia jadrovým zariadením JE V-1 ako kruh s polomerom 25 km z pôvodných 30 km.). Uvedené plány ochrany obyvateľstva nadväzujú na vnútorný havarijný plán držiteľa povolenia, ktorý je povinný spracovateľom plánov ochrany obyvateľstva predložiť podklady súvisiace s ochranou obyvateľstva v oblasti ohrozenia.

Plány ochrany obyvateľstva vypracované pre územie kraja podliehajú procesu posudzovania ÚJD SR a schvaľovania MV SR. Je v nich podrobne popísaný spôsob realizácie opatrení, pričom vybrané opatrenia zahŕňajú činnosť podľa stupňov závažnosti a časového priebehu nehody alebo havárie vrátane dostupných a využiteľných síl a prostriedkov na vykonanie záchranných prác a zabezpečenie realizácie opatrení na ochranu obyvateľstva. Súčasťou dokumentácie sú aj metodiky činnosti, databázy a pomôcky potrebné na efektívne a správne rozhodnutia.

Pri vzniku mimoriadnej udalosti, ktorá má charakter radiačnej udalosti na JZ, zabezpečujú orgány miestnej štátnej správy opatrenia vyplývajúce z plánov ochrany obyvateľstva. Predmetnú činnosť zabezpečujú príslušné krízové štáby, ktoré spolupracujú v prípade potreby s ÚKŠ. Aby pri plnení úloh súvisiacich s ochranou obyvateľstva nedošlo k nebezpečenstvu z omeškania, sú príslušné komisie zaradené do organizácie havarijnej odozvy v rámci SR (ďalej len OHO).

V súlade s vnútorným havarijným plánom, plánom ochrany obyvateľstva a na základe zhodnotenia situácie v technológii, určení zdrojového člena, nameraných hodnôt teledozimetrického systému, prvých meraní radiačnej situácie v okolí JZ a meteorologickej situácie, zabezpečuje držiteľ povolenia v prípade vzniku udalosti 2. stupňa vyrozumienie príslušných orgánov a organizácií v oblasti ohrozenia a v prípade vzniku udalosti 3. stupňa bez omeškania varovanie obyvateľstva. Následne sú orgánmi štátnej správy, miestnej štátnej správy a obcami zabezpečované ďalšie neodkladné a následné opatrenia spočívajúce najmä v jódovej profylaxii, ukrytí, resp. evakuácií a i. Uvedené opatrenia sú vykonávané na územiach, ktoré boli postihnuté následkami radiačnej udalosti vrátane území, na ktorých sa z hľadiska prognózy môžu následky mimoriadnej udalosti rozšíriť.

V prípade nehody alebo havárie na jadrovom zariadení s únikom rádioaktívnych látok sú, kompetentnými orgánmi určenými na riešenie krízovej situácie:

- obec a starosta alebo primátor obce, ak udalosť nepresiahne územie obce,
- obvodný úrad a prednosta obvodného úradu, ak udalosť presiahne územie obce a nepresiahne územie obvodu,

- obvodný úrad v sídle kraja a prednosta obvodného úradu v sídle kraja, ak udalosť presiahne územie obvodu a nepresiahne územie kraja,
- vláda SR a predseda vlády SR, ak udalosť presiahne územie kraja.

Tieto orgány riadia záchranné práce v rámci svojej územnej pôsobnosti, zabezpečujú požiadavky nižších stupňov na materiálne a technické zabezpečenie a pripravujú návrhy opatrení na riešenie krízovej situácie a podklady pre prijímanie rozhodnutí na efektívne riešenie situácie na ohrozenom území.

6.1.4.2 Radiačná monitorovacia sieť SR

Slovenské ústredie radiačnej monitorovacej siete (SÚRMS)

Základom monitorovacieho systému pri normálnej situácii sú stále monitorovacie zložky v rámci vybraných úradov verejného zdravotníctva, Slovenského hydrometeorologického ústavu, systémov civilnej ochrany, Armády SR, Štátneho veterinárneho a potravinového ústavu v Nitre, Laboratórií radiačnej kontroly okolia jadrových zariadení, špecializovaných pracovísk vysokých škôl, výskumných ústavov, niektorých ďalších organizácií, prípadne akreditovaných súkromných zariadení.

V prípade havárii budú okrem stálych zložiek zapojené do operatívneho monitorovania tiež ďalšie mobilné a laboratórne zložky, ktoré budú vykonávať monitorovanie podľa pokynov ústredia radiačnej monitorovacej siete.

Na celom území Slovenskej republiky je nepretržité monitorovanie radiačnej situácie stacionárnymi systémami:

- teledozimetrickým systémom držiteľa povolenia na prevádzku JZ v lokalitách EBO a EMO vo vzdialenosti do 30 km (resp. 20 km),
- stacionárnymi monitorovacími systémami - SKMCO MV SR, Armáda SR, MZ SR, MŽP SR (SHMÚ).

Dáta z monitorovania sú v reálnom čase poskytované aj do siete EURDEP spravovanej Európskou komisiou, ktorej dáta sú k dispozícii všetkým členským štátom prostredníctvom chránenej webovej stránky.

Radiačná monitorovacia sieť SR je tvorená dvomi úrovňami, reprezentovanými riadiacou a výkonnou zložkou. Výkonnou zložkou je Radiačná monitorovacia sieť SR (RMS), ktorá je tvorená stálymi a pohotovostnými zložkami. Medzi stále zložky RMS patria organizácie, úrady a inštitúcie v nasledovných rezortoch:

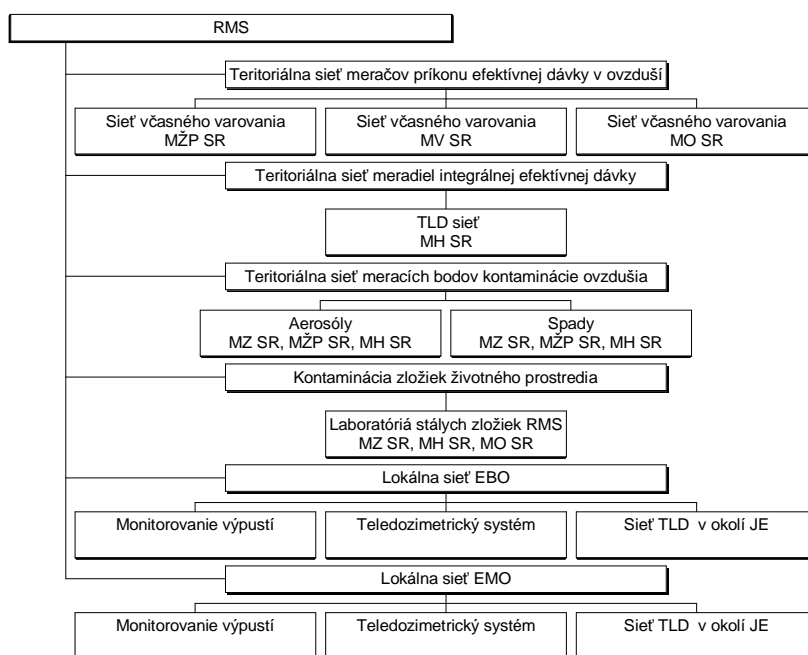
- MZ SR, ktoré zabezpečuje 4 mobilné monitorovacie skupiny, stacionárne monitorovacie systémy a laboratórne skupiny Úradu verejného zdravotníctva SR (ÚVZ SR), regionálnych ÚVZ Banská Bystrica a Košice a SZU v Bratislave,
- MV SR, ktoré zabezpečuje rezortné vyhodnocovacie stredisko, stacionárny monitorovací systém, mobilné monitorovacie skupiny, 3 podporné laboratórne skupiny KCHL,
- MO SR, ktoré zabezpečuje rezortnú vyhodnocovaciu skupinu (stredisko RCHBO OS SR, Trenčín), stacionárnu sieť systém ARIS, mobilné monitorovacie skupiny,
- MŽP SR, ktoré zabezpečuje stacionárnu sieť včasného varovania, krátko, stredne a dlhodobé meteorologické prognózy,
- MH SR, ktoré prostredníctvom prevádzkovateľa JE Jaslovské Bohunice a JE Mochovce zabezpečuje vlastné monitorovacie strediská s lokálnymi radiačnými monitorovacími sieťami, rýchle monitorovacie skupiny EBO a EMO, mobilné monitorovacie skupiny a 2 podporné laboratórne skupiny.

K pohotovostným zložkám RMS SR patria hlavne podporné laboratórne skupiny PF UK, FMFI UK, VÚVH, VUJE, a. s. a laboratóriá hygienickej a veterinárnej služby.

Finančné zabezpečenie činností jednotlivých stálych a pohotovostných zložiek RMS je povinnosťou ministrov jednotlivých rezortov, ktoré sa podieľajú na monitorovaní, na základe uznesenia vlády SR č. 614/1995, bod D.2 a zákona č. 387/2002 o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu.

Činnosť RMS prebieha v dvoch režimoch:

- v čase mimo radiačnej, resp. jadrovej havárie alebo nehody (tzv. „normálny režim monitorovania“), kedy je zabezpečené celoplošné monitorovanie aktuálnej radiačnej situácie, vrátane sledovania a hodnotenia následkov predchádzajúcich mimoriadnych udalostí (obr.22),

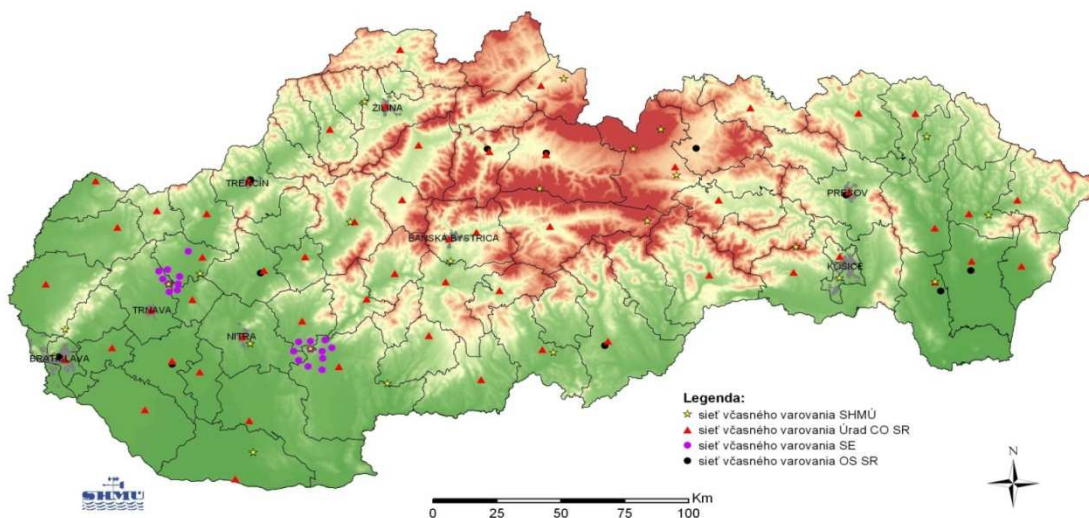


Obr. 22: Činnosť radiačnej monitorovacej siete v čase mimo radiačného ohrozenia

- pri jadrovej havárii, resp. mimoriadnej udalosti spojenjej s únikom rádionuklidov do životného prostredia, alebo pri podozrení na ich vznik či už na území, alebo mimo územia SR.

Monitorovanie v normálnom režime zabezpečuje RMS SR v súlade s monitorovacím plánom odsúhlaseným hlavným hygienikom SR a je zdrojom údajov pre sledovanie a posudzovanie stavu ožiarenia obyvateľstva zo zdrojov ionizujúceho žiarenia v životnom prostredí.

Stále meracie miesta siete včasného varovania



6.1.5 Reakcie na udalosti

6.1.5.1 Komunikácia, systémy varovania a vyzrozumienia obyvateľstva a zamestnancov

Oznamovanie, varovanie obyvateľstva a vyzrozumenie verejných orgánov, organizácií a zamestnancov je realizované v súlade so zákonom č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane v znení neskorších predpisov a vyhlášky MV SR č. 388/2006 Z. z. o podrobnostiach na zabezpečovanie technických a prevádzkových podmienok informačného system civilnej ochrany.

Návrh riešenia, montáž najnovších elektronických sirén a vybudovanie komunikačnej infraštruktúry v 21 kilometrovom okruhu Atómových elektrární Bohunice V-2 trvali necelé tri roky a objem investície presiahol 11 miliónov Eur. Systém varovania a vyzrozumenia zabezpečuje prostredníctvom siete elektronických sirén včasné varovanie a vyzrozumenie všetkých zamestnancov a osôb v priestoroch elektrárne a zároveň všetkých obyvateľov v uvedenom okolí Atómovej elektrárne Bohunice V-2. Je plne prepojený s celorepublikovým systémom, no v prípade potreby môže byť aktivovaný a využitý aj lokálne, napríklad pri povodniach. Technici spoločnosti Telegrafia a. s. vybudovali 330 sirén v okolí a 23 v lokalite elektrárne.

Po ukončení komplexných skúšok a úspešnom priebehu skúšobnej prevádzky bol nový systém 1. 1. 2012 odovzdaný Slovenským elektrárnám a uvedený do trvalej prevádzky. Stal sa tak ďalším prínosom pre riešenie včasného varovania a vyzrozumenia obyvateľstva v prípade prírodných a živelných katastrof či technických havárií.

Technické zabezpečenie varovania obyvateľstva a vyzrozumenia orgánov, organizácií a zamestnancov v lokalitách je nasledovné:

a) Bohunice v okruhu 21 km pre obyvateľstvo:

Na urýchlenie a automatizáciu vyzrozumenia sa využíva počítačové zariadenie automatického telefonického vyzrozumenia osôb ZUZANA JE V-2 Bohunice pre personál.

Systém varovania a vyzrozumienia zabezpečuje prostredníctvom siete elektronických sirén pre včasné varovanie a vyzrozumienie všetkých zamestnancov a osôb v priestoroch elektrárne a zároveň všetkých obyvateľov v okolí Atómovej elektrárne Bohunice V-2. Je plne prepojený s celorepublikovým systémom, no v prípade potreby môže byť aktivovaný a využitý aj lokálne, napríklad pri povodniach. Je vybudovaných 330 sirén v okolí a 23 v lokalite elektrárne. Vnútorný systém vyzrozumienia zamestnancov, ktorý využíva podnikový rozhlas, rádiosieť a vyzrozumievacie zariadenie ZUZANA JE V-2 Bohunice. O iniciovaní varovania obyvateľstva a vyzrozumienia orgánov, organizácií a personálu rozhoduje zmenový inžinier havarovaného bloku. Pravidelné skúšky prostriedkov vyzrozumienia a systému varovania sú vykonávané 1x mesačne.

b) Mochovce v okruhu 20 km:

1. systém varovania, vybudovaný na báze rádiovo ovládaných elektronických sirén. Systém môže pracovať 72 hodín bez napájania z elektrorozvodnej siete, umožňuje výberové ovládanie sirén, vysielanie hlasovej informácie a priebežnú kontrolu o stave a prevádzkyschopnosti jednotlivých sirén,
2. systém vyzrozumienia na báze pagingovej rádiovkej siete. Prijímačmi sú vybavení členovia OHO - EMO v pohotovosti, starostovia obcí, primátori miest a členovia havarijných komisií a štábov. Systém je tak isto doplnený o vyzrozumievací server. Obidva systémy v JZ Mochovce, sú ovládané z riadiaceho centra VYR-VAR, resp. zo záložného riadiaceho centra VYR-VAR. O ich spustení rozhoduje zmenový inžinier alebo vedúci HRS. Systémy sú pravidelne preskúšané a udržiavané v nepretržitom prevádzkyschopnom stave.

Rozhodnutie 2007/162/EC, Euratom: Rozhodnutie Rady zo dňa 5. marca 2007 o zriadení finančného nástroja pre civilnú ochranu v EÚ, ktorý má podporiť a doplniť úsilie členských štátov zamerané v prvom rade na ochranu ľudí, ale taktiež životného prostredia a majetku, vrátane kultúrneho dedičstva, v prípade prírodných a človekom spôsobených katastrof, teroristických činov a technologických, rádiologických alebo ekologických havárií a na podporu posilnenia spolupráce medzi členskými štátmi v oblasti civilnej ochrany.

Toto Rozhodnutie stanovuje pravidlá pre poskytovanie finančnej pomoci pre:

- a) Kroky v oblasti mechanizmu Spoločenstva na podporu posilnenia spolupráce pri intervenčnej pomoci na civilnú ochranu (ďalej len Mechanizmus);
- b) Opatrenia na zabránenie alebo zníženie účinkov mimoriadnej udalosti; a (c) kroky určené na zlepšenie stavu pripravenosti Spoločenstva reagovať na mimoriadne udalosti, vrátane krokov zvyšujúcich povedomie občanov EÚ. Tento nástroj sa vzťahuje na obdobie od 1.januára 2007 do 31.decembra 2013.

Na základe článku 196 Lisabonskej zmluvy pre politiku civilnej ochrany, cieľom nedávnej revízie 2007/162/EC, Euratomu je podporovať, koordinovať a dopĺňať činnosti členských štátov v oblasti civilnej ochrany pri zlepšovaní účinnosti systémov pre prevenciu, prípravu a reagovanie na prírodné a človekom spôsobené katastrofy všetkého druhu v rámci Únie i mimo nej. Konkrétne ciele zahŕňujú (a) dosiahnuť vysokú úroveň ochrany pred katastrofami predchádzaním alebo znižovaním ich účinkov a rozvíjaním kultúry prevencie (b) zvýšiť stav pripravenosti Únie reagovať na katastrofy (c) uľahčovať rýchle a účinné krízové intervencie v prípade veľkých katastrof.

6.1.5.2 Riadenie po havárii

V súlade s legislatívnymi predpismi vyzrozumieva držiteľ povolenia na prevádzku JZ orgány štátnej správy už pri prvom stupni – pohotovosť. Následne informuje orgány štátnej správy o vývoji udalosti. Pri druhom stupni spúšťa systém varovania na území jadrového zariadenia a pri treťom stupni spúšťa systém varovania a vyzrozumienia v ohrozených sektoroch v oblasti ohrozenia.

Orgány štátnej správy v oblasti ohrozenia majú spracované plány ochrany obyvateľstva. V súlade s týmito plánmi sú plánované tieto opatrenia na ochranu obyvateľstva:

Obdobie (fáza)	Opatrenia v nadväznosti na časový priebeh nehody alebo havárie JZ
Obdobie ohrozenia/pohotovosť	vyrozmene osôb činných pri riešení nehôd alebo havárií a príprava varovania obyvateľstva
	príprava na prípadné uskutočnenie neodkladných opatrení v skorej fáze v oblasti ohrozenia
	informovanie obyvateľstva o opatreniach v období ohrozenia
Skorá fáza (neodkladné opatrenia)	vyrozmene osôb činných pri riešení nehôd alebo havárií a varovania obyvateľstva
	monitorovanie radiačnej situácie
	regulácia pohybu osôb a dopravných prostriedkov
	ukrytie
	jódová profylaxia
	Evakuácia
	používanie PIO a špeciálnych PIO
	čiasočná hygienická očista osôb a vecí
zákaz spotreby nechránených potravín, vody a krmív	
Prechodná a neskorá fáza (následné opatrenia)	regulácia pohybu osôb a dopravných prostriedkov
	regulácia spotreby potravín, vody a krmív rádioaktívne kontaminovaných
	presídlenie obyvateľstva podľa vyhodnotenia aktuálnej radiačnej situácie a prognózy jej vývoja
	dezaktivácia postihnutého územia

ÚJD SR, spoločne s pracovnou skupinou vytvorenou zo špecialistov z MV SR, MZSR, MO SR, MŽP SR - SHMÚ, obvodných úradov v sídle kraja Trnava a Nitra a predstaviteľov samosprávy v oblasti ohrozenia JZ Bohunice a Mochovce, ukončili v roku 2011 práce na príprave:

1. Prírúčky na podporu manažmentu kontaminovaných osídlených území,
2. Prírúčky na podporu manažmentu pri zmene havarijných opatrení v dôsledku vývoja udalosti,
3. Prírúčky na podporu manažmentu pitnej vody po radiačnej havárii,
4. Prírúčkou na podporu manažmentu kontaminovaných osídlených území po radiačnej havárii

Tieto príručky sú vypracované pre špecifické podmienky SR a zahŕňajú komplexnú obnovu kontaminovaného územia v neskorej fáze havárie JZ. Sú v nich rozpracované jednotlivé postupy pri zavádzaní opatrení havarijného manažmentu na zníženie následkov radiačnej havárie, faktory ovplyvňujúce realizáciu týchto opatrení, vytvorenie stratégie obnovy, výpočet nákladov na sily a prostriedky, odpady a iné ekonomické, politické a sociálne dopady na spoločnosť. Súčasťou príručiek sú aj spracované modelové scenáre rôznych typov havárií s únikom rádioaktívnych látok a rozhodovacie schémy. Všetky príručky sú pripravené na distribúciu MV SR a ostatné orgány štátnej správy.

Zabezpečenie zdravotnej starostlivosti

Zabezpečenie zdravotnej starostlivosti vyplýva zo zákona NR SR číslo 576/2004 Z. z. o zdravotnej starostlivosti, službách súvisiacich s poskytovaním zdravotnej starostlivosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov - § 45 ods. (1) písmeno v) ministerstvo zdravotníctva SR zabezpečuje jednotnú prípravu zdravotníctva na obranu štátu. Aj v základných ustanoveniach ústavného zákona číslo 227/2002 Z. z. o bezpečnosti štátu v čase vojny, vojnového stavu, výnimočného stavu a núdzového stavu, v čl. 1 ods. 2) je základnou úlohou rezortu zdravotníctva vykonať všetky potrebné opatrenia na záchranu života a zdravia osôb.

Núdzový stav môže vláda vyhlásiť len za podmienky, že došlo alebo bezprostredne hrozí, že dôjde k ohrozeniu života a zdravia osôb, životného prostredia alebo k ohrozeniu značných majetkových hodnôt v dôsledku živelnej pohromy, katastrofy, priemyselnej, dopravnej alebo inej prevádzkovej havárie; núdzový stav možno vyhlásiť len na postihnutom alebo na bezprostredne ohrozenom území. Núdzový stav možno vyhlásiť v nevyhnutnom rozsahu a na nevyhnutný čas, najdlhšie na 90 dní. V čase núdzového stavu možno v nevyhnutnom rozsahu a na nevyhnutný čas podľa závažnosti ohrozenia obmedziť základné práva a slobody a uložiť povinnosti na postihnutom alebo na bezprostredne ohrozenom území, napr.:

- uložiť pracovnú povinnosť na zabezpečenie zásobovania, udržiavania pozemných komunikácií a železníc, vykonávania dopravy, prevádzkovania vodovodov a kanalizácií, výroby a rozvodu elektriny, plynu a tepla, výkonu zdravotnej starostlivosti, udržiavania verejného poriadku alebo na odstraňovanie vzniknutých škôd,
- obmedziť slobodu pohybu a pobytu zákazom vychádzania v určenom čase a zákazom vstupu na postihnuté alebo bezprostredne ohrozené územie,
- zabezpečiť vstup do vysielania rozhlasu a televízie spojený s výzvami a informáciami pre obyvateľstvo.

V čase núdzového stavu môže prezident na návrh vlády nariadiť profesionálnym vojakom, vojakom prípravnej služby a vojakom povinnej vojenskej služby výkon mimoriadnej služby, povolať na výkon mimoriadnej služby vojakov v zálohe.

Vláda SR uznesením vlády č. 819 zo dňa 19. decembra 2011 schválila opatrenia na podporu obrany štátu na roky 2012 – 2017. V rámci tohto materiálu sa medzi inými zabezpečí podpora a udržiavania systému zdravotníckej podpory, služieb a činnosti v rozsahu a štruktúre podľa požiadaviek ozbrojených síl v rámci systému obrany Slovenskej republiky. V súčasnosti prebiehajú na úrovni rezortov rokovania na vylepšenie stavu zabezpečenia zdravotnej starostlivosti v prípade jadrovej alebo radiačnej havárie.

6.1.5.3 Transparentnosť

Centrum havarijnej odozvy ÚJD SR (ďalej len „CHO“) je technický podporný prostriedok ÚJD SR na monitorovanie prevádzky JZ a na vyhodnocovanie technického stavu a radiačnej situácie v prípade jadrovej alebo radiačnej havárie a prognózovanie vývoja havárie a jej následkov v zmysle zákona č. 541/2004 Z. z. Zároveň slúži ako technický podporný prostriedok pre ÚKŠ.

Obvodné úrady a obce, podľa zákona NR SR č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov, trvalo zverejňujú informácie pre verejnosť na internetovej stránke alebo na verejnej tabuli, pričom je poskytnutá 30 dňová lehota, dokedy môže dotknutá verejnosť podávať pripomienky. Opodstatnené pripomienky sa primerane zohľadnia pri spracovaní plánu ochrany obyvateľstva. Informácie sa prehodnocujú a v prípade potreby aktualizujú; v aktualizovanej forme sa zverejňujú najmenej raz za tri roky. Informácie pre verejnosť zahŕňajú najmä informácie o zdroji ohrozenia, informácie o možnom rozsahu mimoriadnej udalosti a následkov na postihnutom území a životnom prostredí, nebezpečné vlastnosti a označenie látok

a prípravkov, ktoré by mohli spôsobiť mimoriadnu udalosť, informácie o spôsobe varovania obyvateľstva a o záchranných prácach, úlohy a opatrenia po vzniku mimoriadnej udalosti, podrobnosti o tom, kde sa dajú získať ďalšie informácie súvisiace s plánom ochrany obyvateľstva. Orgány štátnej správy a samosprávy vydávajú príručky pre obyvateľov, ktoré obsahujú rady pre občanov, ktorých cieľom je poskytnúť čo najviac informácií o tom, ako postupovať a ako sa správať pri živelných pohromách, haváriách alebo katastrofách. Od roku 1999 vydáva Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky populárno-náučné periodikum Civilná ochrana, revue pre civilnú ochranu obyvateľstva. Je adresované všetkým, ktorí sa aktívne podieľajú na plnení úloh zákona NR SR č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov, ale aj všetkým čitateľom, ktorí sa o problematiku civilnej ochrany obyvateľstva zaujímajú. V jednotlivých rubrikách revue prináša aktuálne informácie, uverejňuje metodické prílohy venované praktickému plneniu úloh civilnej ochrany a pod. Samostatný priestor je venovaný aj samospráve.

6.1.5.4 Informačný systém Európskej únie ECURIE (European Community Urgent Radiological Information Exchange)

Po vstupe SR do Európskej únie sa SR zároveň stala súčasťou systému ECURIE. ÚJD SR je v tomto systéme styčným miestom a kompetentným orgánom s 24-hod. stálou službou. Styčné miesto pre systém ECURIE je totožné so styčným miestom pre účely dohovoru o včasnom oznamovaní jadrovej havárie MAAE podľa 7.1.1.1. Styčné miesto pre systém ECURIE je zálohované kontaktným miestom – na MV SR. Pre systém ECURIE bol menovaný národný koordinátor a jeho zástupca. V roku 2009 sa zvýšila kvalita zapojenia Slovenskej republiky do systému ECURIE zavedením zabezpečeného programu pre odosielanie a prijímanie správ CoDecS (dovtedy prebiehala výmena informácií len prostredníctvom faxov).

6.1.5.5 Účasť SR na medzinárodných cvičeniach

Cvičenia série CONVEX

V júli 2008 prebehlo medzinárodné cvičenie ConvEx-3. Počas cvičenia bola simulovaná havária jadrového zariadenia v Mexiku. Havarijný štáb úradu bol zvolaný na základe vývoja precvičovanej situácie. V rámci cvičenia sa preverila komunikácia s varovacím miestom (Ministerstvo vnútra SR), Ministerstvom zahraničných vecí SR a Slovenským hydrometeorologickým ústavom. Vzhľadom na charakter a miesto precvičovanej udalosti bolo preverené informovanie zastupiteľských úradov Slovenskej republiky v Mexiku a okolitých krajinách prostredníctvom diplomatickej služby MZV SR.

Cvičenia CONVEX sú organizované v gescii Medzinárodnej organizácie pre atómovú energiu so sídlom vo Viedni. Ich cieľom je preveriť systém varovania a vyznamenania členských štátov IAEA podľa medzinárodného dohovoru o včasnom varovaní a vyznemení (Convention on Early Notification of a Nuclear Accident) a dohovoru o pomoci v prípade jadrovej alebo radiačnej nehody alebo havárie (Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or a Radiological Emergency). Tak ako tieto dohovory vyžadujú, je úrad styčným miestom a zároveň je kompetentným orgánom, ktorý zastupuje Slovenskú republiku. Ministerstvo vnútra SR zabezpečuje 24-hod. službu národného varovacieho miesta pre potreby styčného miesta SR (ÚJD SR).

V roku 2009 prebehlo cvičenie ConvEx-2d. Scenárom cvičenia bola radiačná udalosť v neznámej krajine mimo Európy, pri ktorej sa žiadala pomoc o poskytnutie expertov na choroby z ožiarenia a tímov, ktorí môžu pomôcť pri meraní kontaminácie v kontaminovaného územia a pomoc pri vyšetrowaní udalosti. Cvičenie ukázalo, že Slovenská republika má možné kapacity (najmä v oblasti vysielania špecialistov, ktorí by mohli zabezpečiť monitorovanie), ktoré by sa v takejto situácii mohli použiť, avšak pôsobenie takýchto zložiek (hlavne v oblasti poistenia vysielajúcich

tímov a zodpovednosti za škody spôsobené na území prijímajúceho štátu) nie je primerane riešené domácou a medzinárodnou legislatívou. Cvičenie však preukázalo absenciu špecializovaného zdravotníckeho personálu a zdravotníckych zariadení v Slovenskej republike, ktorí by dokázali diagnostikovať a liečiť choroby z ožiarenia v masovom meradle.

V rokoch 2008 a 2009 prebehli okrem cvičenia ConvEx-3 a ConvEx-2d aj bežné cvičenia úrovne ConvEx-1, ktorých cieľom je precvičenie komunikácie rôznou formou (fax, sms, elektronickou formou,...).

Cvičenia systému ECURIE

Okrem cvičení vedených MAAE, každý rok prebieha aspoň jedno väčšie medzinárodné cvičenie, pri ktorom sa preveruje funkčnosť systému včasného varovania pre prípad jadrovej a radiačnej havárie Európskej únie *ECURIE*.

V roku 2009 bola simulovaná radiačná udalosť na gréckom ostrove Korfu, po ktorej sa aktivoval systém ECURIE a zároveň systém celoeurópskeho monitorovania úrovne radiácie EURDEP. Úrad čiastočne aktivoval havarijný štáb s cieľom vyskúšať fungovanie programu CoDecS, ktorým sa odosielaajú správy v systéme ECURIE a obsluhu programu EURDEP, v spolupráci so Slovenským hydrometeorologickým ústavom. V roku 2010 prebehlo takéto cvičenie, v spolupráci s nemeckou jadrovou elektrárnou Brockhausen.

Okrem týchto veľkých cvičení sa minimálne 2-krát ročne preskúša pohotovosť styčných *miest* v členských krajinách previerkou spojenia a včasnej odpovede. V posledných troch rokoch *Slovenská republika* v týchto cvičeniach mala 100% úspešnosť *včasných odpovedí*.

7 MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA

7.1 Dohody a komunikácia

7.1.1 *Dohovory v depozite Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu*

Slovenská republika je signatárom medzinárodných dohovorov v oblasti včasného informovania v prípade jadrovej havárie a v oblasti vzájomnej pomoci v prípade jadrovej havárie, čím je zabezpečená medzinárodná spolupráca pri minimalizovaní prípadných následkov jadrovej havárie.

Dohovor o včasnom oznamovaní jadrovej havárie a Dohovor o pomoci v prípade jadrovej havárie alebo radiačného ohrozenia

Slovenská republika notifikovala sukcesiu k obom dohovorom 10. februára 1993 s platnosťou od 1. januára 1993. Odborným gestorom za splnenie ustanovení dohovoru je ÚJD SR, ktorý je zároveň styčným miestom SR pre včasné oznamovanie jadrovej havárie. Slovenská republika sa prostredníctvom ÚJD SR zúčastňuje pravidelne na medzinárodných cvičeniach. Od uvedenia dohovorov do platnosti nedošlo na území Slovenskej republiky k havárii, ktorá by vyžadovala plniť ustanovenia dohovorov.

7.1.2 *Dohody a spolupráca s krajinami*

V nadväznosti na čl. 9 dohovoru o včasnom oznamovaní jadrovej havárie Slovenská republika sukcedovala, prípadne uzatvorila, dvojstranné dohody v oblasti včasného oznamovania jadrovej havárie, výmeny informácií a spolupráci so všetkými susednými krajinami. Dohody stanovujú formu, spôsob a rozsah informácií poskytovaných zmluvným stranám v prípade havárie, ktorá súvisí s jadrovými zariadeniami alebo jadrovými činnosťami a stanovujú koordinátorov styčných miest. Zmyslom uvedených dohôd je prispieť k minimalizácii rizika a dôsledkov jadrových havárií, ako aj vytvoriť rámec pre dvojstrannú spoluprácu a výmenu informácií v oblastiach obojstranného záujmu v súvislosti s mierovým využívaním jadrovej energie a ochranou pred žiarením.

Formálna (na základe medzinárodných zmlúv) a neformálna spolupráca prebieha so všetkými susednými štátmi (Česko, Poľsko, Ukrajina, Maďarsko, Rakúsko), ako aj s ďalšími štátmi (napr.: Arménsko, Bulharsko, Nemecko, Francúzsko, Fínsko, Slovinsko, USA). Spolupráca je zameraná na výmenu skúseností v oblastiach mierového využívania jadrovej energie, budovania systému protihavarijnej pripravenosti, havarijných analýz a podobne.

Fórum štátnych dozorov nad jadrovou bezpečnosťou krajín prevádzkujúcich jadrové elektrárne typu VVER

Fórum štátnych dozorov nad jadrovou bezpečnosťou krajín prevádzkujúcich jadrové elektrárne typu VVER bolo založené s cieľom vzájomnej výmeny skúseností pri budovaní a prevádzkovaní jadrových elektrární typu VVER. Aktivity sú podporované aj MAAE a ďalšími rozvinutými štátmi s jadrovým programom. V rámci fóra sú založené ad hoc pracovné skupiny zaoberajúce sa aktuálnymi otázkami jadrovej bezpečnosti a štátneho dozoru.

Sieť dozorov krajín s malým jadrovým programom

Sieť dozorov krajín s malým jadrovým programom (NERS) bola vytvorená v roku 1998 z iniciatívy švajčiarskeho dozoru (HSK) s cieľom posilnenia spolupráce a výmeny skúseností medzi krajinami s obdobným jadrovým programom. Na činnosti NERS sa ÚJD SR pravidelne a aktívne zúčastňuje.

7.2 Spolupráca s medzinárodnými organizáciami

Spolupráca s Medzinárodnou agentúrou pre atómovú energiu (MAAE)

Spolupráca SR a MAAE v oblasti jadrovej bezpečnosti je mimoriadne úspešná. V rámci tejto spolupráce sa uskutočňujú pravidelné expertné misie pozývané na hodnotenie jadrovej bezpečnosti, na hodnotenie materiálovej degradácie komponentov primárneho okruhu a pod. Počas posledného desaťročia bolo pozvaných niekoľko desiatok expertných misií, napr.

Externé hodnotiace misie JE V-2 Bohunice

- Misia MAAE na posúdenie bezpečnosti (Safety Review Mission), 5. – 12. 9. 1994;
- Peer Review misia MAAE na hodnotenie štúdie PSA (Probabilistic Safety Assessment Level 1) blokov V-2, 17. – 28. 1. 1995;
- Misia MAAE na posúdenie bezpečnosti prevádzky (OSART), 9. – 26. 9. 1996;
- Následná misia MAAE na posúdenie bezpečnosti prevádzky (OSART – Follow-up visit), 2. – 6. 3. 1998;
- Opakovaná misia MAAE – Hodnotenie seizmických údajov (SIDAM) lokality Bohunice a Mochovce, 16. – 20. 11. 1998;
- Návšteva expertnej skupiny MAAE na preverku pripravenosti Projekt Y2K (rok 2000), 26. – 28. 4. 1999;
- Okrem už spomenutých misií hodnotiacich seizmicitu lokality JE Bohunice a problematiku Y2K sa uskutočnila Medzinárodná hodnotiacia misia MAAE – Hodnotenie štúdie PSA pre nízky výkon a odstavený blok JE V-2 Bohunice (IPERS Review Mission for Bohunice V-2 NPP Low Power and Shut-down PSA – SPSA), 27. 9. – 6. 10. 1999;
- V rokoch 2001 – 2006 nebolo vykonané externé hodnotenie bezpečnosti blokov JE V-2 Bohunice;
- V októbri 2007 bola v JE V-2 Bohunice vykonaná medzinárodná previerka WANO (World Association of Nuclear Operators).

Externé hodnotiace misie JE Mochovce – blok 1,2

- Misia MAAE - pre OSART, konaná v dňoch 9. 1. - 29. 1. 1993 bola zameraná na preverenie pripravenosti prevádzkovateľa na spúšťanie a prevádzku.
- Misia MAAE - Previerka bezpečnostných zlepšení JE Mochovce. Misia bola zameraná na preverenie bezpečnostných zlepšení v JE Mochovce.
- Misia MAAE - Previerka seizmickej bezpečnosti pre Atómové elektrárne Bohunice a Mochovce. Cieľom misie bolo preveriť spôsob hodnotenia seizmických vstupných údajov a ohodnotenie vplyvu externého rizika zemetrasenia na bezpečnosť JE.
- 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 20. 12. 1994.
- V novembri 2001 bola vykonaná misia MAAE - IPSART na hodnotenie Projektu PSA pre nízkový výkonové stavy a odstavený reaktor, ktorej odporúčania boli zohľadnené vo finálnej správe štúdie.
- Partnerská previerka WANO bola vykonaná v EMO v dňoch 7. - 25. októbra 2002. Výsledky previerky boli zhrnuté v záverečnej správe WANO.

- Následná partnerská previerka N-PRW WANO sa uskutočnila v dňoch 21. - 25. júna 2004, 19 mesiacov po uskutočnení PRW v roku 2002. Činnosť previerky bola zameraná na kontrolu plnenia nápravných opatrení z misie WANO z roku 2002.
- V dňoch 4. - 20. 9. 2006 sa v JE Mochovce uskutočnila misia OSART - previerka prevádzkovej bezpečnosti organizovaná Medzinárodnou agentúrou pre atómovú energiu. 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 sa uskutočnila v dňoch 8. – 19. júna 2009. Výsledky previerky sú zahrnuté v záverečnej správe WANO.

Externé hodnotiace misie dozoru

- Na základe žiadosti slovenského jadrového dozoru pozvala Európska komisia WENRU (Western Regulatory Authorities) na vykonanie medzinárodnej misie zameranej na analýzu dozorného systému, 19. – 23. 7. 1993;
- IRRT misia (Integrated Regulatory ReviewTeam) na overenie dozornej činnosti dozoru, r. 1998;
- Následná IRRT misia, r. 2002;
- IRRS misia plánovaná na r. 2012;
- Počas predvstupového obdobia Európska únia (menovite Pracovná skupina pre atómové otázky a jej ad hoc formácia Pracovná skupina pre jadrovú bezpečnosť) vypracovala a prijala „Správu o jadrovej bezpečnosti v kontexte rozširovania“ (máj 2001) a „Správu o jej následnom hodnotení“ (jún 2002), kde bolo zadefinované čo sa očakáva, aby vykonali kandidátske krajiny s cieľom dosiahnuť vysoký stupeň jadrovej bezpečnosti. Správa obsahovala všeobecné informácie a pre každú krajinu špecifické odporúčania. Kandidátske krajiny, vrátane Slovenska, boli vyzvané, aby preverili tieto odporúčania a následne zaujali príslušné stanovisko. Slovensko splnilo všetky indikované odporúčania.

Významná časť regionálnych projektov technickej spolupráce s MAAE sa týkala otázok jadrovej bezpečnosti. V rámci regionálnych projektov sa v SR uskutočňujú stáže zahraničných expertov, semináre, workshopy a tréningové kurzy so širokou medzinárodnou účasťou.

Spolupráca s Agentúrou pre atómovú energiu pri Organizácii pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD/NEA)

Zástupcovia SR sa zúčastnili na zasadnutí skupiny vládnych expertov o zodpovednosti za jadrové škody na zasadnutiach vládnych expertov vo výbore pre bezpečnosť jadrových zariadení (CSNI) a vo výbore pre jadrové dozorné činnosti, vo výbore pre rádioaktívne odpady, ako aj v ďalších výboroch a pracovných skupinách.

Spolupráca s Európskou komisiou a krajinami Európskej únie

Zástupcovia ÚJD SR sa pravidelne zúčastňujú rokovaní expertných skupín Rady EÚ a Európskej komisie s cieľom vzájomnej výmeny poznatkov z hodnotenia úrovne jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení v Európe a zúčastňujú sa na tvorbe legislatívy EÚ vo vybraných oblastiach.

7.3 Zabezpečenie spätnej väzby vrátane udalostí na jadrových zariadeniach iných jadrových elektrární v zahraničí

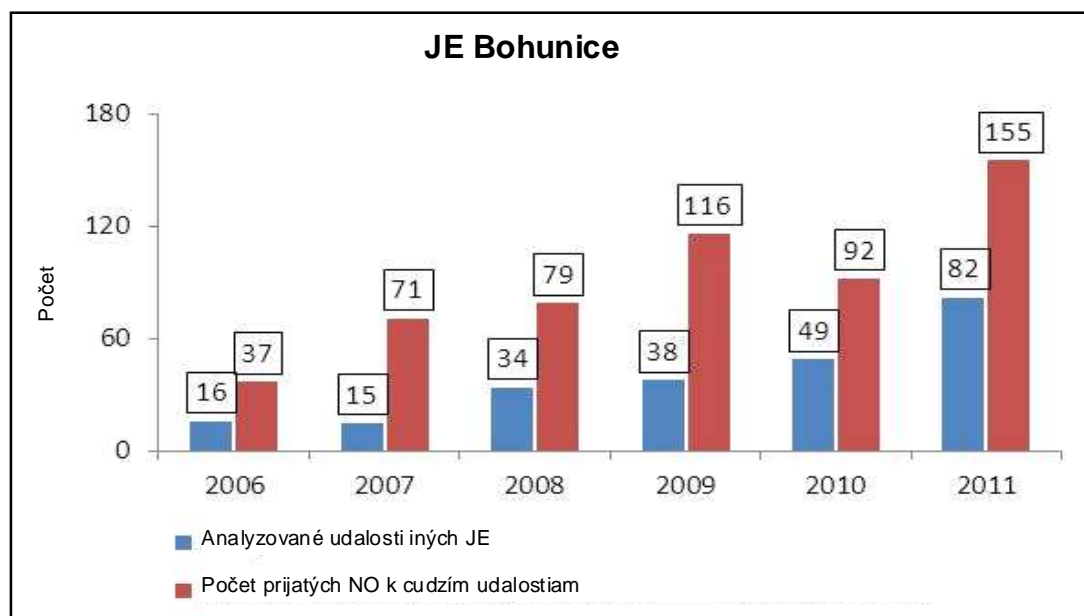
Spätaná väzba

Účelom spätnej väzby je prijať také opatrenia, aby sa zabránilo opakovaniu poruchy na technologickom zariadení. Z toho dôvodu je podstatné poruchu podrobne vyšetriť a nájsť jej koreňovú príčinu.

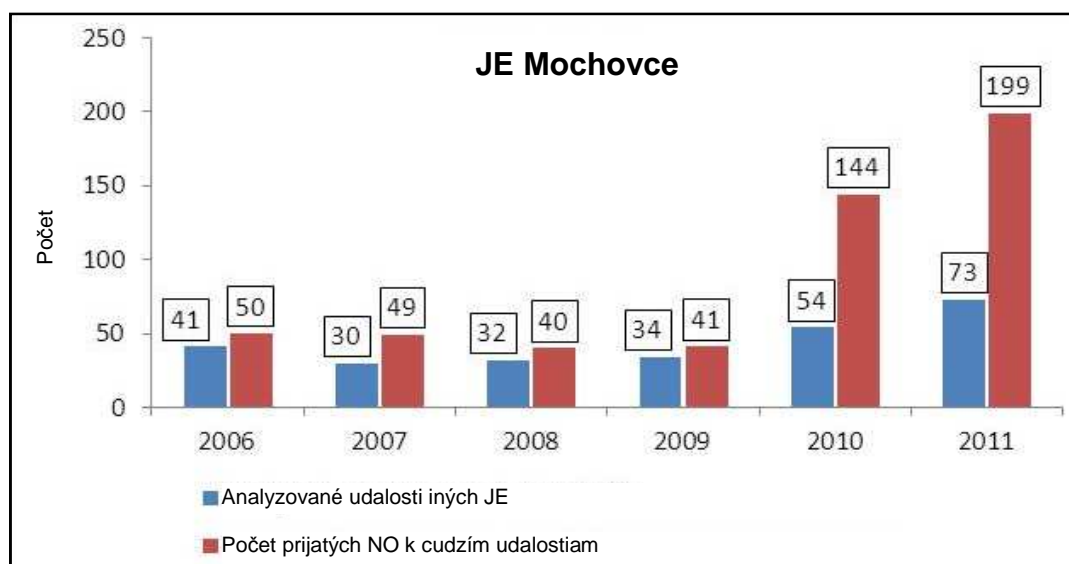
Prevádzkovateľ využíva medzinárodné informačné systémy o prevádzkových skúsenostiach z jadrovej energetiky (WANO, MAAE, INPRO) na aplikáciu opatrení z analýz udalostí iných JE pre svoje bloky a tiež pre odovzdávanie vlastných skúseností iným prevádzkovateľom. Cieľom tejto aktivity je zabrániť opakovaniu rovnakých udalostí realizáciou preventívnych opatrení.

Podrobne je postup spracovania a využívania informácií o udalostiach iných JE popísaný v príslušnej smernici prevádzkovateľa.

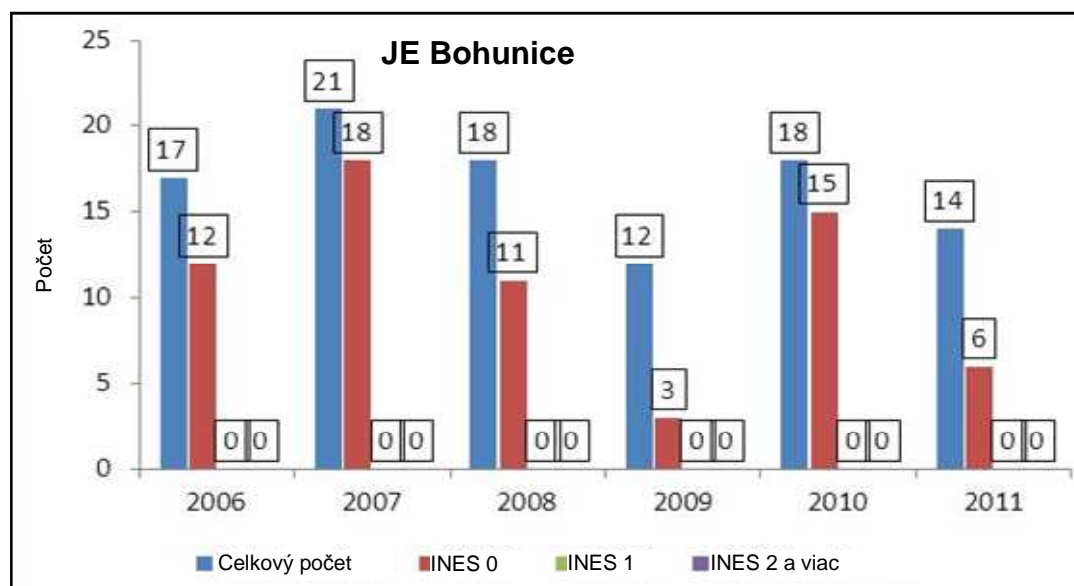
Počty posudzovaných externých udalostí a počty k nim prijatých nápravných opatrení (NO) sú uvedené na nasledujúcich obrázkoch.



Obr. 23: Počty analyzovaných externých udalostí - JE Bohunice



Obr. 24: Počty analyzovaných externých udalostí - JE Mochovce



Obr. 25: Počty hlásených udalostí a ich hodnotenie podľa stupnice INES - JE V-2 Bohunice

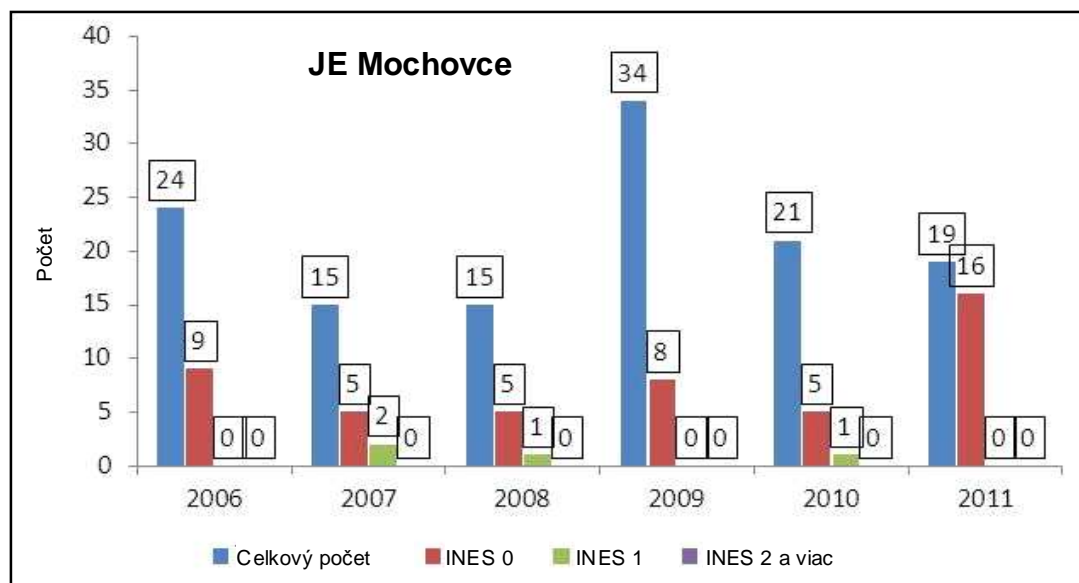


Fig.7.3d Počty hlásených udalostí a ich hodnotenie podľa stupnice INES – JE Mochovce

Najčastejšou príčinou vzniku prevádzkových udalostí v hodnotenom období boli poruchy zariadení a chyby personálu. Na základe identifikovaných príčin sú prijímané nápravné opatrenia na ich odstránenie a zabránenie opakovania sa udalosti.