

Post-
Fukushima
accident

Správa
z Partnerskej previerky

Zátžové testy
vykonané na európskych
jadrových elektrárnach

Zhrnutie

Všeobecný kontext

Následne po ťažkých haváriách, ktoré začali v JE Fukušima Dai-ichi dňa 11. marca 2011, Európska rada na svojom zasadnutí 24. a 25. marca 2011 požiadala, aby sa, vo svetle predbežných ponaučení, na všetkých jadrových elektrárnach v EU vykonalo komplexné hodnotenie bezpečnosti a rizík. Požiadavka Rady zahrňovala vykonanie "záťažových testov" na národnej úrovni doplnených európskou partnerskou previerkou (peer review). Bolo to po prvý krát, kedy sa zvažovala takáto multilaterálna aktivita, pokrývajúca viac ako 140 reaktorov vo všetkých štátoch EÚ, ktoré prevádzkujú jadrové elektrárne. Rada vyzvala European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) a Európsku komisiu, aby s podporou Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA) vypracovali rozsah a spôsob vykonania záťažových testov. WENRA skoncipovala predbežné špecifikácie záťažových testov v apríli. Konsenzus ohľadne týchto špecifikácií bol dosiahnutý skupinou ENSREG a Európskou komisiou dňa 24. mája 2011. Komisia a ENSREG sa zhodli, že práce na záťažových testoch by sa mali vykonávať v dvoch súbežných líniiach; bezpečnostná línia, ktorá má zhodnotiť, ako jadrové zariadenia dokážu odolať dôsledkom rôznych extrémnych externých udalostí a technická bezpečnostná línia, ktorá má analyzovať bezpečnostné hrozby a nehody z dôvodu činov so zlým úmyslom alebo teroristických činov. Práce na technickej bezpečnosti vykonáva špeciálna ad hoc skupina zložená z expertov členských štátov a je mimo rozsahu tejto správy. Špecifikácie pre partnerskú previerku, ako aj pracovný dokument o aspektoch transparentnosti záťažových testov EÚ boli dohodnuté na zasadnutí ENSREG, ktoré sa konalo 11. októbra 2011.

Organizácia záťažových testov a partnerskej previerky

Hodnotenie jadrovej bezpečnosti záťažovými testami a zameranie partnerskej previerky na tri témy, ktoré sú priamo odvodené z predbežných ponaučení z havárie Fukušima boli potvrdené misiami MAAE, ktoré boli vykonané po havárii a zo správ od vlády Japonska. Prírodné iniciačné udalosti, vrátane zemetrasenia, cunami a vplyvov extrémnych poveternostných podmienok, straty bezpečnostných systémov a riadenie ťažkých havárií sú hlavné posudzované oblasti. Záťažové testy a partnerská previerka hodnotia tieto oblasti v trojkrovovom procese. Prvý krok vyžaduje, aby prevádzkovateľ vykonal posúdenie a dal návrh na bezpečnostné vylepšenia, v súlade so špecifikáciami ENSREG. Druhý krok je pre národných regulátorov, aby vykonali nezávislé posúdenie zhodnotenia prevádzkovateľov a vydali požiadavky, keď je to vhodné. Posledným krokom je európska partnerská previerka národných správ predložených regulátormi.

Cieľom partnerskej previerky bolo posúdiť zhodu záťažových testov so špecifikáciami ENSREG, preveriť, či nebol prehliadnutý žiadny dôležitý problém a identifikovať silné stránky, slabé stránky a príslušné návrhy na zvýšenie odolnosti elektrární vo svetle predbežných ponaučení z katastrofy vo Fukušime.

15 štátov Európskej únie s jadrovými elektrárnami, ako aj Švajčiarsko a Ukrajina vykonali záťažové testy a prešli partnerskou previerkou. Prevádzkovatelia predložili svoje konečné hodnotenia dňa 31. októbra 2011 a regulátori predložili svoje konečné národné správy dňa 31. decembra 2011. Proces partnerskej previerky sa začal 1. januára 2012.

Partnerské previerky riadil Výbor, ktorý sa skladal zo siedmich vedúcich regulátorov z krajín EÚ a vrcholového manažéra z EK. Každý národný regulátor bol vyzvaný, aby nominoval jedného experta pre každú z troch tematických oblastí. Väčšina expertov boli skúsení zamestnanci dozoru. Taktiež sa zúčastnili erudovaní vedci alebo konzultanti nominovaní regulátormi. Európska komisia takisto nominovala expertov. Na partnerskej previerke sa zúčastnilo viac ako 70 posudzovateľov z 24 európskych krajín. Previerok sa tiež zúčastnili pozorovatelia z krajín mimo EÚ (Kanada, Chorvátsko, Japonsko, SAE a USA), ako aj MAAE.

Partnerská previerka začala posúdením národných správ. Každý posudzovateľ mal prístup ku všetkým správam a mohol spracovať písomné otázky na národných regulátorov. Bolo spracovaných viac ako 2000 otázok. Následne, po posúdení správ sa všetci posudzovatelia stretli v Luxemburgu v nedeľu, 5. februára, na tematické posúdenie, ktoré trvalo dva celé týždne. Posudzovanie bolo štruktúrované do 3 tém záťažových testov: vonkajšie prírodné vplyvy, strata bezpečnostných systémov a riadenie ťažkých havárií. Experti boli zoskupení do 3 tematických tímov. Každý tematický tím sa skladal približne z 23 posudzovateľov. Všetkých 17 krajín, ktoré boli podrobené partnerskej previerke, muselo pripraviť prezentáciu ku každému z troch tematických okruhov tak, aby obsahovala odpovede na písomné položené otázky. Boli zodpovedané aj dodatočné otázky, položené počas prezentácií. Potom sa uskutočnili diskusie do hĺbky k výsledkom tematického posúdenia v rámci každého tímu, až kým nebol dosiahnutý konsenzus. Zistenia z preskúmania sa na konci procesu zdieľali medzi 3 tímami. Na záver boli výsledky preskúmania zoskupené podľa krajín, aby sa mohli vypracovať návrhy správ za jednotlivé krajiny.

V marci 2012 sa začala séria posudzovaní krajín. Každú krajinu, ktorá bola podrobená partnerskej previerke, navštívil tím zložený z ôsmich posudzovateľov na tri alebo štyri dni. Viedli sa doplnkové diskusie za účelom získania príslušných odpovedí na otázky, ktoré zostali otvorené po tematickom preskúmaní, ako i objasnenia dôležitých otázok. V každej krajine tím navštívil aj elektrárňu, ktorú si vybral. Správy skoncipované počas tematických posudzovaní boli potom skompletizované s využitím dodatočných informácií získaných počas týchto návštev. Správy boli prediskutované v rámci tímov za účelom dosiahnutia konsenzu a následne dokončené. Národný regulátor mal možnosť ich komentovať, ale konečné rozhodnutie patrilo posudzovaciemu tímu. Prílohou k tejto správe je 17 správ krajín. Využil ich Výbor pre partnerskú previerku, aby sa spresnili predbežné závery vyvedené z tematických posúdení a aby bolo možné napísať túto správu.

Cieľom previerok bola od začiatku aj transparentnosť a príležitosť pre zapojenie verejnosti.. Pri sledovaní týchto cieľov boli všetky národné správy zverejnené v angličtine a väčšina z nich aj v národnom jazyku. Konečná správa z partnerskej previerky s prílohami posudkov krajín je taktiež verejne dostupná. ENSREG a Výbor pre partnerskú previerku v januári 2012 usporiadali verejnú schôdzu, aby informovali verejnosť

vyžiadali si pripomienky. Návrhy boli zozbierané na verejnej internetovej stránke v januári 2012 a boli neskôr vzaté do úvahy počas procesu partnerskej previerky. Pripomienky týkajúce sa konkrétnych krajín alebo reaktorov boli postúpené zodpovedným národným regulátorom. Vstup verejnosti zlepšil proces partnerskej previerky záťažových testov. Pripomienky prijaté zo stretnutia s verejnosťou ovplyvnili štruktúru záverečnej správy. Ďalšie stretnutie s verejnosťou sa plánuje na 8. mája 2012 v Bruseli, aby sa prezentovali výsledky a zodpovedali otázky.

Hlavné výsledky partnerskej previerky

Záverom partnerskej previerky bolo, že všetky krajiny vykonali významné kroky smerom k zlepšeniu bezpečnosti svojich elektrární, s rôznym stupňom ich implementácie v praxi. Napriek rozdielom v národných prístupoch a stupni ich implementácie, partnerská previerka ukázala súlad v celej Európe v identifikácii silných stránok, slabých stránok a možných spôsoboch na zvýšenie odolnosti elektrární vo svetle predbežných ponaučení z katastrofy vo Fukušime. V dôsledku záťažových testov už bolo rozhodnuté alebo sa zvažujú významné opatrenia na zvýšenie odolnosti elektrární. Takéto opatrenia zahŕňujú obstaranie dodatočného mobilného zariadenia na predchádzanie alebo zmierňovanie ťažkých havárií, inštaláciu spevnených fixných zariadení a zlepšenie riadení ťažkých havárií, spolu s vhodnými opatreniami na školenie pracovníkov. V mnohých prípadoch sa pripravujú dôležité modifikácie v blízkej budúcnosti. Detaily k národnej situácii, ako aj odporúčania národným regulátorom, sú v pripojených správach jednotlivých krajín.

Partnerská previerka taktiež identifikovala štyri hlavné oblasti na vylepšenie, ktoré sa majú zväziť na európskej úrovni, ako je to prezentované v nasledovných odsekoch.

Európske usmernenia k hodnoteniu prírodných rizík a rezerv

Celkovo bol súlad so špecifikáciou ENSREG dobrý so zreteľom na projektové zemetrasenia a záplavy. Avšak bol identifikovaný nesúlad so zreteľom na prírodné nebezpečenstvá, kde sú významné rozdiely v národných prístupoch a kde nastali problémy s rezervami nad projektovú bázu a s hodnotením hraničných efektov (cliff-edge effects). Preto:

Výbor pre partnerskú previerku odporúča, aby WENRA, so zapojením najlepších dostupných odborných poznatkov z Európy, vypracovala usmernenia k hodnoteniu prírodných hrozieb, vrátane zemetrasení, záplav a extrémnych poveternostných podmienok, rovnako ako zodpovedajúce usmernenie k hodnoteniu nadprojektových rezerv a hraničných efektov.

Periodické posudzovanie bezpečnosti

Partnerská previerka preukázala pozitívny prínos periodických hodnotení bezpečnosti ako účinného nástroja na udržiavanie a zlepšovanie bezpečnosti a odolnosti elektrární.

V kontexte partnerskej previerky je toto zistenie obzvlášť relevantné pre ochranu zariadení voči prírodným hrozbám. Preto:

Výbor pre partnerskú previerku odporúča, aby skupina ENSREG podčiarkla dôležitosť periodického hodnotenia bezpečnosti. Predovšetkým by skupina ENSREG mala zdôrazniť potrebu prehodnotenia prírodných hrozieb a relevantných zabezpečení elektrárne tak často, ako je to vhodné, ale najmenej každých 10 rokov.

Integrita kontajnementu

Katastrofa vo Fukušime opätovne zdôraznila význam funkcie kontajnementu, ktorý je rozhodujúcou, poslednou bariérou na ochranu obyvateľstva a životného prostredia voči rádioaktívnym únikom v dôsledku jadrovej havárie. Táto problematika už bola rozsiahle zvážená, v nadväznosti na predchádzajúce havárie a boli identifikované možné vylepšenia. Ich urýchlená implementácia sa javí byť zásadnou otázkou vo svetle havárie vo Fukušime. Preto:

Naliehavá realizácia uznaných opatrení na ochranu integrity kontajnementu je zistením z partnerskej previerky, ktoré by národní regulátori mali zvážiť.

Opatrenia, ktoré sa majú prijať sa môžu líšiť v závislosti od projektu elektrárne. Pre reaktory chladené vodou zahrňujú zariadenia, postupy a usmernenia pre riadenie havárií na:

- zníženie tlaku v primárnom okruhu tak, aby sa zabránilo roztaveniu aktívnej zóny reaktora pri vysokom tlaku;
- zabránenie výbuchu vodíka;
- zabránenie pretlakovaniu kontajnementu.

Predchádzanie haváriám, ktoré sú dôsledkom prírodných hrozieb a obmedzenie ich dôsledkov

Katastrofa vo Fukušime tiež preukázala, že by sa mala posilniť ochrana do hĺbky berúc do úvahy ťažké havárie v dôsledku extrémnych prírodných hrozieb, presahujúcich úroveň uvažované v úvodnom projekte a súčasné bezpečnostné požiadavky aplikovateľné pre elektrárne. Takéto situácie môžu viesť k devastácii a izolácii lokality, k dlhotrvajúcej udalosti, k nedostupnosti mnohých bezpečnostných systémov, k súčasným haváriám na niekoľkých elektrárňach a ich bazénoch s vyhoreným palivom a k rádioaktívnym únikom.

Partnerské previerky skonštatovali, že národní regulátori by mali zvážiť nariadenie implementácie opatrení umožňujúcich predchádzanie haváriám a obmedzenie ich dôsledkov v prípade extrémnych prírodných hrozieb. Typické opatrenia, ktoré môžu byť zvážené, je inštalácia zariadenia na predchádzanie a riadenie ťažkých havárií vrátane prístrojového vybavenia a komunikačných prostriedkov v zabezpečených priestoroch, mobilné zariadenia chránené voči extrémnym prírodným hrozbám, strediská havarijnej odozvy chránené voči extrémnym prírodným nebezpečenstvám a kontaminácii, záchranné tímy a vybavenie, ktoré sú rýchlo k dispozícii pre podporu miestnych prevádzkovateľov pri dlhotrvajúcich udalostiach. Takéto možné opatrenia, tak ako boli identifikované partnerskou previerkou, sú podrobne opísané v správe.

Budúce kroky

Výbor pre partnerskú previerku uznáva, že úplné pochopenie havárie vo Fukušime bude dlhodobý proces trvajúci niekoľko rokov, možno i desaťročie. Prínosom partnerskej previerky je zdieľanie výsledkov záťažových testov a námetov pre posilnenie bezpečnosti a odolnosti elektrární medzi národnými regulačnými úradmi. V duchu neustáleho zlepšovania bezpečnosti sa Výbor pre partnerskú previerku domnieva, že by bolo prospešné následné hodnotenie aktivít vyplývajúcich zo súčasných záťažových testov, ako aj budúce hodnotenie.. Takéto následné hodnotenie by sa malo organizovať v rámci existujúcich postupov a nie vytvárať nové.

Jedným z dôležitých výsledkov výmeny informácií s verejnosťou je silná požiadavka na európsku iniciatívu v oblasti vonkajšej havarijnej pripravenosti. Táto problematika nebola súčasťou mandátu pre partnerskú previerku. Avšak Výbor uznáva dôležitosť vonkajšej havarijnej pripravenosti v Európe, ako dôsledok katastrofy vo Fukušime.

Napokon je potrebné spomenúť, že vykonanie takejto partnerskej previerky bolo výzvou a vyžiadalo si od zúčastnených krajín značné zdroje. V tomto zmysle je potrebné považovať ho za výnimočnú aktivitu, ktorá sa nedá často opakovať. Napriek tomu, väčšinou účastníkov bolo posudzované veľmi pozitívne a očakáva sa, že prispeje k zvýšeniu bezpečnosti v Európe a v každej európskej krajine.

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
1.1	Mandát od Európskej rady a ENSREG špecifikácie	11
1.2	Proces a ciele záťažových testov	11
1.3	Ciele partnerskej previerky.....	12
1.4	Účel tejto správy.....	12
2	POPIS PROCESU PARTNERSKEJ PREVIERKY.....	13
2.1	Všeobecný prístup	13
2.2	Organizácia projektu.....	14
2.2.1	Výbor.....	14
2.2.2	Posudzovacie tímy	14
2.2.3	Podpora EK.....	15
2.3	Realizácia projektu a harmonogram.....	15
2.3.1	Pilotná etapa.....	15
2.3.2	Posudzovanie od stola	15
2.3.3	Tematické posudzovanie	15
2.3.4	Posudzovanie krajín	16
2.3.5	Identifikácia konečných záverov.....	16
3	TRANSPARENTNOSŤ A ZAPOJENIE VEREJNOSTI	17
3.1	Pozadie a rámec.....	17
3.2	Informácie o internetovej stránke ENSREG	17
3.3	Účasť členov Výboru na národných a ostatných stretnutiach	18
3.4	Návrhy vznesené verejnosťou na internetovej stránke, odpovede a príspevky k partnerským previerkam.....	18
3.5	Hlavný výstup a závery z interakcie európskych zúčastnených strán na začiatku procesu, príspevok k partnerským previerkam.....	18

4	VŠEOBECNÁ KVALITA NÁRODNÝCH SPRÁV A NÁRODNÝCH HODNOTENÍ.....	19
4.1	Súlاد národných správ s témami definovanými v špecifikácii ENSREG pre záťažové testy	19
4.2	Primeranosť poskytnutých informácií, konzistentnosť s usmernením od ENSREGu	20
4.3	Primeranosť hodnotenia súladu elektrární s ich súčasnou licenčnou/bezpečnostnou bázou pre udalosti v rámci rozsahu záťažových testov	21
4.4	Primeranosť prístupov použitých na vyhodnotenie rezerv a odolnosti elektrární	21
4.5	Aktivity regulátorov aplikované na kroky a závery prezentované v národných správach	22
5	HODNOTENIE EURÓPSKÝCH JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ VO VZŤAHU NA ZEMETRASENIA, ZÁPLAVY A OSTATNÉ EXTRÉMNE POVETERNOSTNÉ PODMIENKY	23
5.1	Popis súčasnej situácie elektrární na európskej úrovni.....	23
5.1.1	Regulačná báza pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad	23
5.1.2	Hlavné požiadavky aplikované na túto konkrétnu oblasť.....	24
5.1.3	Technické zázemie pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad	24
5.1.4	Periodické hodnotenia bezpečnosti	25
5.1.5	Súlاد elektrární so súčasnými požiadavkami	25
5.2	Posúdenie odolnosti elektrární na európskej úrovni	26
5.2.1	Prístup zvolený pre posúdenie bezpečnostných rezerv	26
5.2.2	Hlavné výsledky k bezpečnostným rezervám a hraničným účinkom	26
5.2.3	Silné bezpečnostné prvky a oblasti pre bezpečnostné vylepšenia identifikované v procese.	27
5.2.4	Možné opatrenia na zvýšenie odolnosti.....	28
5.2.5	Opatrenia, o ktorých už prevádzkovatelia rozhodli alebo ich realizovali a/alebo ktoré majú regulátori ležovať	29
5.3	Závery a odporúčania z partnerskej previerky špecifickej pre túto oblasť.....	29
6	HODNOTENIE EURÓPSKÝCH JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ VO VZŤAHU NA STRATU ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A STRATU KONEČNÉHO ODVODU TEPLA.....	30
6.1	Popis súčasnej situácie elektrární v celej Európe.....	30

6.1.1	Regulačná báza pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad	30
6.1.2	Hlavné požiadavky aplikované na túto konkrétnu oblasť.....	31
6.1.3	Technické zázemie pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad	31
6.1.4	Periodické posudzovania bezpečnosti	31
6.1.5	Súlady elektrární so súčasnými požiadavkami	32
6.2	Posúdenie odolnosti elektrární na európskej úrovni	32
6.2.1	Prístup použitý pre hodnotenie bezpečnostných rezerv	32
6.2.3	Silné bezpečnostné prvky	36
6.2.4	Oblasti pre zvýšenie bezpečnosti a možné opatrenia na zvýšenie odolnosti.....	39
6.2.5	Opatrenia, o ktorých už prevádzkovatelia rozhodli alebo ich realizovali a/alebo sa vyžaduje ich sledovanie regulátorom	43
6.3	Záver a odporúčania z partnerskej previerky špecifické pre túto oblasť.....	45
7	HODNOTENIE EURÓPSKÝCH JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ VO VZŤAHU NA RIADENIE ŤAŽKÝCH HAVÁRIÍ .	47
7.1	Popis súčasnej situácie elektrární na európskej úrovni	47
7.1.1	Regulačná báza pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad	47
7.1.2	Hlavné požiadavky aplikované na túto špecifickú oblasť	48
7.1.3	Technické zázemie pre požiadavky, hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad	48
7.1.4	Periodické hodnotenia bezpečnosti	48
7.1.5	Súlady elektrární so súčasnými požiadavkami	49
7.2	Hodnotenie odolnosti elektrárne - nadprojektové	49
7.2.1	Prístup použitý pri hodnotení bezpečnostných rezerv	49
7.2.2	Hlavné výsledky partnerskej previerky a oblasti pre zlepšenie bezpečnosti identifikované v procese.....	50
7.2.3	Možné opatrenia na zvýšenie odolnosti.....	55
7.2.4	Opatrenia, o ktorých už bolo rozhodnuté alebo boli realizované prevádzkovateľmi a/alebo ktoré musia regulátori sledovať.....	57

7.3	Závery a odporúčania z partnerskej previerky špecifické pre túto oblasť.....	59
8	ZÁVERY A ODPORÚČANIA	60
8.1	Zhrnutie súladu procesu previerky s odporúčaniami ENSREG a jeho kvalita.....	60
8.2	Zhrnutie vo vzťahu na rozsah záťažových testov k licenčnej báze, východisko k licenčnej báze a súladu elektrárne	61
8.3	Hlavné výsledky pre rezervy, hraničné efekty a oblasti pre možné ďalšie vylepšenia.....	62
8.4	Hlavné výsledky k možným prostriedkom na zvýšenie odolnosti	63
8.5	Najdôležitejšie hodnotenia, nadväzujúce kroky, rozhodnutia a opatrenia, ktoré už boli regulátormi a prevádzkovateľmi prijaté.....	64
8.6	Odporúčania pre ENSREG pre budúce pozície a kroky.....	65
9	PRÍLOHY.....	67

1 ÚVOD

1.1 Mandát od Európskej rady a ENSREG špecifikácie

Jadrová havária, ktorá bola v JE vo Fukušime Dai-ichi v Japonsku následne po zemetrasení a vlnách cunami dňa 11. marca 2011, značne zvýšila pozornosť venovanú jadrovej bezpečnosti v celosvetovom meradle.

Zatiaľ čo boli vyvíjané iniciatívy zo strany vlád členských štátov a bezpečnostných orgánov, Európska komisia a národné regulačné orgány pre jadrovú bezpečnosť v EÚ spustili proces na zhodnotenie rizík a bezpečnosti jadrových elektrární ("záťažové testy") v rámci celej EÚ. Túto iniciatívu podporil Európsky parlament a potvrdila ju Európska rada (Rada EÚ) na svojom zasadnutí 24. a 25. marca 2011.¹ Vo svojej žiadosti Rada EÚ požiadala ENSREG a Komisiu, aby vykonala hodnotenie nezávislými národnými orgánmi a partnerskú previerku (peer review); výsledok a akékoľvek následné opatrenia, ktoré budú prijaté by sa mali zdieľať s Komisiou a v rámci skupiny ENSREG a mali by sa zverejniť. Rada EÚ taktiež uviedla, že EÚ bude žiadať, aby sa podobné "záťažové testy" vykonali v susedných krajinách a na celom svete, čo sa týka jednak existujúcich a jednak plánovaných elektrární.

Komisia a ENSREG sa dohodli, že práce na záťažových testoch by sa mali vykonávať vo dvoch paralelných líniách tak, ako to definujú špecifikácie ENSREG a Európskej komisie (EK)²:

- bezpečnostná línia (safety track), ktorá má zhodnotiť ako dokážu jadrové zariadenia odolať účinkom extrémnych udalostí. Podrobná špecifikácia je v prílohe k vyhláseniu ENSREG.
- línia fyzickej jadrovej bezpečnosti (security track), ktorá má analyzovať bezpečnostné hrozby a ich predchádzanie a reakciu na incidenty, ktoré sú výsledkom činov so zlým úmyslom alebo teroristických činov. Prácu na bezpečnosti vykonáva ad hoc skupina (Ad hoc Group on Nuclear Security) pre fyzickú jadrovú bezpečnosť zložená z expertov z členských štátov, za účasti Komisie, a je mimo rozsah tejto správy.

1.2 Proces a ciele záťažových testov

Skupina ENSREG spoiatku definovala "záťažové testy" ako ciele prehodnotenie bezpečnostných rezerv jadrových elektrární vo svetle udalostí vo Fukušime: extrémne prírodné javy kladúce vysoké nároky na bezpečnostné funkcie elektrárne a vedúce k ťažkej havárii. V podstate hlavným cieľom záťažových testov je zhodnotiť bezpečnosť a odolnosť jadrových elektrární (JE) so zreteľom na predbežné ponaučenia z Fukušimy.

¹ EUCO 10/11 (paragraph 31)

² http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/doc/20110525_eu_stress_tests_specifications.pdf (Declaration of ENSREG, 13 May 2011).

Z uvedeného dôvodu idú nad rámec hodnotenia bezpečnosti počas licenčného konania a periodického hodnotenia bezpečnosti (PSR).

Záťažové testy vykonávajú zúčastnené krajiny na dobrovoľnej báze v trojkrokovom procese:

1. hodnotenie zo strany prevádzkovateľov (držiteľov licencie) v období jún – október 2011,
2. posúdenie národnými orgánmi (regulátormi) do konca roku 2011, a
3. európske partnerské preverky od januára 2012 do apríla 2012.

V prvom kroku, prevádzkovatelia analyzovali odolnosť svojich elektrární na základe ENSREG špecifikácií a navrhli vylepšenia. Podali správy najmä k nasledovným témam:

- Téma č. 1: Iniciačné udalosti: zemetrasenia, záplavy a extrémne poveternostné podmienky,
- Téma č. 2: strata bezpečnostných systémov: problematiky týkajúce sa straty elektrického napájania alebo konečného odvodu tepla; alebo kombinácia oboch, ako dôsledok akejkoľvek udalosti, a
- Téma č. 3: riadenie ťažkých havárií (SAM)

V druhom kroku, národné regulačné orgány vyhodnotili prácu prevádzkovateľov a prípadne im uložili ďalšie požiadavky. Regulačné orgány zosumarizovali situáciu v konečných národných správach. Tieto správy boli predložené na EK do 31. decembra 2011.

V treťom kroku, tím partnerských posudzovateľov preskúmal národné správy a prezentoval sériu záverov a odporúčaní. Táto správa sumarizuje a poskytuje prehľad celého procesu.

1.3 Ciele partnerskej preverky

Požiadavky skupiny ENSREG² poukázali na to, že je potrebné transparentné posúdenie v celej EÚ za účelom zvýšenia dôveryhodnosti a zodpovednosti národných záťažových testov vykonaných 17 zúčastnenými krajinami³ a zosumarizovanými v ich národných správach.

Partneri preskúmali komplexnosť a súlad prístupov prevádzkovateľov a národných regulátorov so štandardmi pri ich práci.

1.4 Účel tejto správy

Výsledky partnerskej preverky sú zosumarizované v tejto správe. Účelom tejto správy – tak ako ju vypracoval Výbor pre partnerskú preverku, je trojaký:

³ 15 členských štátov EÚ (Belgicko, Bulharsko, Česká rep., Fínsko, Francúzsko, Nemecko, Maďarsko, Litva, Holandsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko, Španielsko, Švédsko, Spojené kráľovstvo) a 2 susediace krajiny (Švajčiarsko, Ukrajina)

- a) popísať proces partnerskej previerky,
- b) poskytnúť skupine ENSREG výsledok procesu partnerskej previerky,
- c) prezentovať hlavné výsledky pokiaľ ide o silné stránky, slabé stránky, identifikované opatrenia, ktoré už boli prijaté na národnej úrovni, ako aj indikovať oblasti, ktoré sa majú zvážiť za účelom ďalších možných vylepšení.

2 POPIS PROCESU PARTNERSKEJ PREVIERKY

2.1 Všeobecný prístup

Hlavným účelom záverečných národných správ je vyhodnotiť posudzovanie bezpečnosti, ktoré vykonali prevádzkovatelia, ako aj navrhnutých opatrení pre možné vylepšenia a podľa potreby identifikovať dodatočné potrebné vylepšenia.

Tímy partnerskej previerky preskúmali 17 záverečných národných správ podľa nasledovnej metodiky:

- V prvom rade, partnerské previerky sa vykonávali na tematickej báze, hodnotiac národné správy v troch tematických oblastiach (extrémne prírodné vplyvy, strata bezpečnostných systémov a problematika riadenia ťažkých havárií). V priebehu týchto tematických posudzovaní, tri expertné tímy analyzovali príspevky od všetkých krajín ku konkrétnej téme.
- Ďalej, výsledky za každé z tematických posúdení boli zapracované do návrhu správy za každú krajinu. Tieto návrhy správ za krajinu, vrátane zoznamov doplnkových otázok, ktoré sa majú objasniť, sa potom finalizovali počas konkrétnych návštev týchto krajín špecializovanými tímami na posúdenie krajiny.

Skupina ENSREG a EK sa dohodli na zložení tímov partnerských previerok, zložených z expertov z jadrových a nejadrových členských štátov a zúčastnených susedných krajín, ako aj z EK (Generálny direktoriát pre energetiku a Spoločné výskumné centrum Komisie (JRC)):

- Každý z troch tematických posudzovacích tímov sa skladal z 20-30 expertov, lídra tímu, zástupcu lídra tímu a dvoch spravodajcov. Členovia tímu, ktorých národné zariadenia boli posudzované neboli súčasťou takéhoto konkrétneho posudzovania. Zúčastnili sa tiež pozorovatelia z Kanady, Chorvátska, Japonska, SAE, USA a Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu (MAAE).
- Každý zo šiestich posudzovacích tímov, ktoré navštívili 17 krajín, sa skladal z ôsmich expertov, vrátane lídra tímu a spravodajcu. EK poskytla spravodajcu a jedného člena do každého posudzovacieho tímu.

Taktiež bol vytvorený sekretariát pre partnerskú previerku s podporou JRC EK.

2.2 Organizácia projektu

2.2.1 Výbor

Skupina ENSREG a EK sa rozhodli zriadiť Výbor pre partnerskú previerku, aby sa zabezpečil adekvátny dohľad, zaistil súlad a poskytla správa pre ENSREG k procesu partnerskej previerky. Výbor sa skladá z:

- predsedu (Ph. Jamet – Francúzsko),
- podpredsedu (A. Gurgui – Španielsko),
- projektového manažéra s úlohou zabezpečenia celkovej koordinácie činností (P. Krs – Česká republika),
- troch lídrov tímov per tematické posudzovanie (D. Shepherd (UK) pre Tému č. 1, E. Liszka Švédsko) pre Tému č.2 a J. Mišák (Slovenská republika) pre tému č. 3,
- Zástupcu nejadrového členského štátu (A. Molin – Rakúsko), a
- Zástupcu Európskej komisie (M. Garribba – Generálny direktoriát pre energetiku).

2.2.2 Posudzovacie tímy

Experti partnerskej previerky navrhnutí na účasť v tematických posudzovaniach a posudzovaniach krajín boli nominovaní zúčastnenými krajinami a EK a oznámení na sekretariát partnerskej previerky:

- Každý členský štát, každá plne sa zúčastňujúca susedná krajina⁴ a Európska komisia, mali právo nominovať jedného experta pre každý z troch tematických posudzovacích tímov.
- O kvalifikácii expertov rozhodovali nominujúce strany; boli poskytnuté informácie o odbornom zázemí expertov, aby sa umožnilo zloženie vyrovnaných posudzovacích tímov do jednotlivých krajín.
- Pri nominovaní svojich účastníkov pre tematické posudzovacie tímy, krajiny tiež uviedli, či by ich nominanti mohli slúžiť ako lídri tímu alebo zástupcovia lídrov tímov.
- Vymenovanie lídrov tímov pre tematické posudzovanie a zástupcov lídrov tímov bolo dohodnuté medzi skupinou ENSREG a EK.

Posudzovacie tímy vysielané do krajín boli zložené sekretariátom pre partnerskú previerku na základe navrhnutých osôb a krajín, ktoré mal každý tím navštíviť. Zloženie každého tímu bolo potom potvrdené Výborom pre partnerskú previerku a príslušnou krajinou.

⁴ t.j. Švajčiarsko a Ukrajina

Zoznam posudzovateľov je pripojený ako Príloha č. 2.

Pri vymenovávaní posudzovacích tímov do krajín sa sledoval princíp, že každý tím má dvoch posudzovateľov pre každú tému tematického posudzovania. Toto zabezpečuje konzistentnosť a kontinuitu od tematického po národné časti posudzovania.

2.2.3 Podpora EK

Vybavenie, organizačnú a finančnú podporu poskytla EK pre partnerské previerky a pre zasadnutia Výboru v Bruseli a v Luxemburgu. Trinásť expertov z EK (Generálny direktoriát pre energetiku a JRC) sa zúčastnilo na tematických posudzovaniach a posudzovaniach krajín. EK JRC poskytli sekretariát pre partnerskú previerku.

2.3 Realizácia projektu a harmonogram

2.3.1 Pilotná etapa

Pilotná časť partnerskej previerky sa konala 7. a 8. decembra 2011 v priestoroch Generálneho direktoriátu pre energetiku EK v Luxemburgu. Táto úloha sa skladala z posúdenia jedného príkladu národnej správy, pokrývajúcej tieto tri vyššie uvedené témy. UK, Nemecko a Fínsko dobrovoľne predložili návrh svojich národných správ, každá na jednu tému za účelom pilotného posúdenia.

Vzhľadom na zložitosť a časovú os pre etapu partnerskej previerky bola pilotná etapa navrhnutá tak, aby otestovala všetky následné etapy procesu partnerskej previerky a umožnila ich hladké riadenie. Pilotná etapa identifikovala niekoľko potrebných úprav v procese, zatiaľ čo sa prišlo k záveru, že proces je realistický a že daný časový harmonogram aj keď je veľmi ambiciózný, je dosiahnuteľný.

2.3.2 Posudzovanie od stola

Posudzovanie od stola vykonal každý zúčastnený expert kvšetkým národným správam alebo ich podskupine (každú národnú správu posudzovali minimálne 3 experti) počas obdobia od 1. – 20. januára 2012.

Písomné otázky posielal každý expert na sekretariát a do príslušnej krajiny. Sekretariát potom zostavil a zoskupil otázky a poslal ich všetkým posudzovateľom príslušnej témy a do príslušných krajín, s cieľom uľahčiť diskusie počas tematických posudzovacích zasadnutí vo februári. Spolu bolo prijatých viac ako 2000 otázok od posudzovateľov ako príprava tematických posudzovaní⁵. Pracovníci zodpovední za koncipovanie správ za jednotlivé krajiny vypracovali prvú verziu správ.

2.3.3 Tematické posudzovanie

V období od 5. – 17. februára 2012 sa robilo tematické posudzovanie v priestoroch EK v Luxemburgu. Každý deň boli prezentované tri národné správy (súbežne s tromi tematickými posudzovacími skupinami), za tým nasledoval priestor pre otázky a odpovede.

⁵ Pozri prílohu

Skupiny expertov z národných regulačných orgánov 17 zúčastnených krajín prezentovali svoje národné správy za každú konkrétnu tému a zodpovedali otázky, ktoré sa posielali vopred (pochádzajúce z posudzovania od stola) a tie, ktoré vzišli spontánne počas zasadnutia.

Na základe týchto diskusií sa tematické zhrnutia za jednotlivé krajiny vylepšili a odsúhlasili v rámci príslušných skupín.

Následne sa tematické zhrnutia za krajiny zhromaždili a zosúlادili medzi krajinami a témami, aby sa vypracoval jeden návrh tematickej posudzovacej správy za každú z troch tém. Tieto dokumenty zahrňovali nielen zhrnutie príslušných problematík za každú krajinu, ale taktiež podčiarkli zodpovedajúce silné a slabé stránky identifikované národnými regulačnými orgánmi alebo tímami partnerskej previerky.

Podobne sa tematické posudzovania krajín použili na vypracovanie návrhu správ konkrétne pre danú krajinu, vrátane zoznamu doplnkových otázok a problematík, ktoré sa mali vyjasniť počas posudzovania krajín.

2.3.4 Posudzovanie krajín

Bolo zostavených šesť tímov rôzneho zloženia pre návštevu každej zo 17 zúčastnených krajín počas mesiaca marec 2012 na vykonanie podrobnejšieho posúdenia správy za danú krajinu. Na to, aby sa zachovalo jasné prepojenie s tematickými posudkami boli v tímoch dvaja posudzovatelia, ktorí sa zúčastnili tematického posudzovania pre každú tému, líder tímu a spravodajca. Aby sa zabránilo konfliktu záujmov, posudzovatelia nemohli byť z krajiny, ktorú bude tím posudzovať. Tímy boli postavené tak, že brali tiež do úvahy preferencie každého členského štátu pri posudzovaní správy ostatných členských štátov.

Návrhy správ krajín boli poslané do každej krajiny na konci etapy tematického posudzovania. Diskusie e-mailom alebo telefonicky k správam začali ešte predtým, ako sa uskutočnilo posudzovanie krajín, aby sa pripravili návštevy krajín a zabezpečilo sa úplné vzájomné porozumenie problematík, ktoré sa majú posudzovať.

Posudzovanie krajín sa zameralo na otázky, pripomienky a odporúčania identifikované počas tematického posudzovania. Účelom návštevy bolo preskúmať a vyriešiť otázky identifikované počas skorších etáp procesu. Aby sa zaručila dôkladnosť a objektivita, národný regulačný orgán, ktorý bol predmetom posudzovania bol požiadaný, aby umožnil prístup ku všetkým potrebným informáciám pre tím partnerského posudzovania, podriaďujúc sa požadovaným postupom bezpečnostnej previerky. Hostujúci tím mal k dispozícii pracovníkov a vybavenie, za účelom prediskutovania otvorených otázok. Zorganizovala sa návšteva JE, ktorú si vybral posudzovací tím v každej krajine, aby sa poskytli doplnkové informácie k niektorým aspektom implementácie a výsledkov záťažových testov.

2.3.5 Identifikácia konečných záverov

Proces partnerskej previerky viedol ku konečným záverom, ktoré boli dosiahnuté ohľadne konzistentnosti tejto aktivity, spoločným otázkam, ktoré boli identifikované prostredníctvom tematických posudzovaní, ako aj k otázkam špecifickým pre danú krajinu, ktoré sú podrobne popísané

v správach jednotlivých krajín, ktoré sú priložené k tejto správe. Posledná kapitola tejto správy obsahuje závery, ktoré dosiahol Výbor pre partnerskú previerku.

Táto správa sumarizuje výsledky a závery partnerskej previerky. Obsahuje 17 správ krajín, ktoré sú v prílohe.

3 TRANSPARENTNOSŤ A ZAPOJENIE VEREJNOSTI

3.1 Pozadie a rámec

Rada EÚ, ktorá zasadala v marci 2011 požiadala, aby boli verejnosti poskytnuté všetky potrebné informácie a aby sa zverejnili výsledky záťažových testov a akékoľvek potrebné následné opatrenia.

S vedomím, že úplná transparentnosť v kombinácii s možnosťou účasti a zapojenia sa verejnosti do procesu by prispeli k tomu, aby záťažové testy boli uznávané európskymi občanmi, sa skupina ENSREG rozhodla, že národné regulačné orgány by sa mali riadiť "princípami otvorenosti a transparentnosti"⁶ ako boli prijaté ENSREG vo februári 2011 a že tieto princípy by mali platiť aj pre záťažové testy (Príloha I k vyhláseniu ENSREG z mája 2011)⁷.

Prostriedky na zabezpečenie plnej transparentnosti a tiež poskytnutie príležitosti pre účasť verejnosti boli finalizované v októbri 2011 a boli následne zverejnené⁸.

3.2 Informácie o internetovej stránke ENSREG

Skupina ENSREG rozhodla, že informácie o záťažových testoch sa dajú k dispozícii na určenom mieste na jej internetovej stránke. Stránka obsahuje informácie o pozadí a špecifikáciách, o procese záťažových testov, o časovom harmonograme, ako aj o zložení tímov partnerskej previerky. Okrem toho, informácie o postupe partnerskej previerky boli poskytnuté dvoma mesačnými aktualizáciami za február a marec 2012.

Národné správy (jednak správy o postupe a konečné správy) boli k dispozícii načas, tak ako aj správa EK pre Radu EÚ.

Táto správa, vrátane správ z partnerskej previerky za konkrétnu krajinu, budú tiež k dispozícii na internetovej stránke ENSREG.

Skupina ENSREG taktiež odporúčala, aby sa zverejnili správy prevádzkovateľov, za predpokladu, že toto neohrozí iné záujmy, napríklad bezpečnosť, uznané v národnej legislatíve alebo medzinárodných záväzkoch, v súlade s Prílohou I k "Vyhláseniu ENSREG". Mnohí prevádzkovatelia sa držali tohto odporúčania.

⁶ HLG_p(2011-14)_57 – 'Principles for Openness and Transparency'.

⁷ HLG_p(2011-15)_66 – 'Scope and modalities for comprehensive risk and safety assessments'

⁸ HLG_p(2011-16)_80 – 'Transparency aspects in the implementation, reporting and follow-up of the stress tests'

Okrem toho sa prezentujú komplexné informácie relevantné pre účasť a zapojenie verejnosti, ktoré sa pravidelne aktualizujú, vrátane prezentácií, zhrnutia a záverov z januárového verejného zhromaždenia.

3.3 Účasť členov Výboru na národných a ostatných stretnutiach

Skupina ENSREG uviedla, že na národnej úrovni by regulátori mali zvážiť ako zapojiť verejnosť zorganizovaním štruktúrovaného a komplexného informačného procesu. Počas verejnej akcie v januári, bolo z radov verejnosti poznamenané, že takéto miestne akcie by boli efektívnejšie ako veľká verejná akcia v Bruseli. Ako také, bolo podľa názoru Výboru pre partnerskú previerku organizovanie miestnych verejných zhromaždení s podporou národných regulačných orgánov dobrou myšlienkou. Takéto zhromaždenia sa konali v niekoľkých krajinách. Členovia Výboru pre partnerskú previerku ponúkli, že sa ich zúčastnia a preto boli prizvaní na niektoré verejné zhromaždenia.

Okrem toho, členovia Výboru pre partnerskú previerku mali niekoľko prezentácií na rôznych iných stretnutiach na národnej, európskej a medzinárodnej úrovni.

3.4 Návrhy vznesené verejnosťou na internetovej stránke, odpovede a príspevky k partnerským previerkam

Na verejnej internetovej stránke bolo zverejnených niekoľko otázok a námietok v období od 1. – 20. januára 2012. Tieto boli zverejnené na internetovej stránke ENSREG a oveľa viac otázok a námietok bolo vznesených počas verejného zhromaždenia, ktoré sa konalo 17. januára 2012 v Bruseli.

Zhrnutie týchto otázok a námietok, ako aj relevantné odpovede boli zhrnuté koncom januára a zverejnené na internetovej stránke ENSREG. Hlavné problematiky zahrňovali:

- účasť verejnosti;
- vonkajšia havarijná pripravenosť ;
- otázky fyzickej bezpečnosti (security), zvlášť pád lietadla; a
- proces posudzovania záťažových testov partnermi.

Internetová stránka ENSREG bude znova funkčná od 25. apríla do 6. mája, aby zhromažďovala pripomienky k tejto správe.

3.5 Hlavný výstup a závery z interakcie európskych zúčastnených strán na začiatku procesu, príspevok k partnerským previerkam

Januárové verejné zhromaždenie spojené s partnerskou previerkou záťažových testov malo hojnú účasť. Bol dostatok času pre otázky a odpovede, čo umožnilo otvorenú a konštruktívnu diskusiu. Účastníci využili príležitosť vyjadriť svoje názory na proces, na zdieľanie pripomienok, vyjadriť svoje očakávania k prebiehajúcejmu procesu. Taktiež rozsiahlo diskutovali so zástupcami organizácií, ktoré hrali úlohu pri vypracovaní a zorganizovaní partnerskej previerky záťažových testov, vrátane EK, ENSREG, WENRA a Výboru pre partnerské previerky.

Predseda júci na verejnom zhromaždení zosumarizoval hlavné závery, ktoré boli zverejnené na internetovej stránke ENSREG. Podčiarkol jedinečný charakter záťažových testov. Rozhodnutie realizovať európske záťažové testy koordinovane bolo vo všeobecnosti ocenené. Témy riešené v rámci záťažových testov a špecifikácií záťažových testov boli všeobecne dobre prijaté, avšak poznamenal skepsu ohľadne ostatných tém, ktoré neboli zahrnuté do záťažových testov a ich špecifikácií. Realizácia záťažových testov bola vo všeobecnosti vítaná. Uznalo sa, že prevádzkovatelia a regulátori poskytli rozsiahle analýzy. Rešpektovali dané termíny a zverejnili svoje správy, čím poskytli komplexné informácie všetkým zúčastneným stranám, vrátane prostriedku pre účasť verejnosti. Tiež poznamenal, že bola spochybnená nezávislosť posudzovacieho procesu. Mnohí účastníci vyjadrili vysoké očakávania vzhľadom na výsledok partnerskej previerky. Obzvlášť od Výboru pre partnerské previerky a skupiny ENSREG sa očakávalo, že vytvoria spoločnú a konzistentnú európsku dimenziu na hodnotenie výsledkov záťažových testov. Očakávalo sa, že výsledok záťažových testov by sa validoval voči jestvujúcim medzinárodným štandardom pre jadrovú bezpečnosť a referenčným úrovniam WENRA tam, kde je to použiteľné. Nakoniec sa jednoznačne uznala potreba kontinuálneho vylepšovania po záťažových testoch, zatiaľ čo názory o príslušných prioritách sa líšia.

Táto správa obsahuje niekoľko odporúčaní pre budúce kroky, ktoré majú riešiť významné otázky v tomto ohľade. Taktiež berie do úvahy návrhy a pripomienky poskytnuté európskymi zúčastnenými stranami.

3.6 Prezentácia konečných záverov európskym zúčastneným stranám

Táto správa a zvlášť jej zistenia budú prezentované na druhom verejnom zhromaždení, ktoré sa má konať v prvej polovici mája 2012. Toto obdobie bolo vybrané dostatočne neskoro na to, aby umožnilo verejnosti preskúmať túto správu ešte pred verejným zhromaždením a dostatočne skoro na to, aby sa výsledok tohto druhého verejného zhromaždenia odrazil v konečnej správe Európskej komisie pre Európsku radu.

4 VŠEOBECNÁ KVALITA NÁRODNÝCH SPRÁV A NÁRODNÝCH HODNOTENÍ

4.1 Súlad národných správ s témami definovanými v špecifikácii ENSREG pre záťažové testy

Vo všeobecnosti, všetky národné správy pokryli tri témy, ktoré boli definované v špecifikácii ENSREG pre záťažové testy.

Pre tému číslo jedna, prírodné vplyvy, skupina ENSREG identifikovala tri oblasti na preskúmanie - zemetrasenie, záplavy a extrémne poveternostné podmienky. Hoci väčšina národných správ rieši projektové zemetrasenie (DBE) a záplavy (DBF) pomerne dobre, veľmi málo z nich hodnotí hraničné efekty takým spôsobom, ako to vyžaduje ENSREG. Toto je možno z toho dôvodu, že bol pre záťažové testy krátky čas. Mnohé krajiny uviedli, že budúce práce v tomto ohľade buď prebiehajú alebo sú plánované v blízkej budúcnosti. Niekoľko národných správ poznamenáva, že riešiť hraničné účinky pre záplavy nie je potrebné. Toto aj bolo akceptované zo strany partnerskej previerky pre externé záplavy, ak je možné preukázať, že takéto záplavy sú prakticky nemožné z dôvodu miestopisu. Partnerská previerka identifikovala, že systematické hodnotenie v duchu línií navrhovaných ENSREG sa oplatí. Výbor pre

partnerské previerky odporúča, aby WENRA, so zapojením najlepších dostupných odborných znalostí z Európy, vypracovala usmernenie pre hodnotenie prírodných vplyvov, vrátane zemetrasenia, záplav a extrémnych poveternostných podmienok, ako aj zodpovedajúce usmernenie k hodnoteniu nadprojektových rezerv a hraničných účinkov.

Pre tému číslo dva, správy pokrývali všetky oblasti popísané v špecifikácii ENSREG – strata vonkajšieho zdroja elektrického napájania (LOOP), úplná strata elektrického napájania (SBO) a strata konečného odvodu tepla (UHS), plus ich kombinácie. Vo všetkých prípadoch národné správy obsírne hodnotili reakcie elektrárne na konkrétne udalosti, spolu s uvedením rezerv (časových), ktoré sú k dispozícii, pokiaľ sa musia prijať konkrétne nápravné opatrenia. Záťažové testy potvrdili, že všetky krajiny sa spoliehajú na dobre vypracované regulačné požiadavky, v súlade so štandardami a usmernením MAAE. Napriek tomu rozdiely v úvodných projektoch elektrární viedli ku konkrétnym rozdielom v reakcii na hodnotené udalosti. Proces partnerských previerok ponúkol dobrú príležitosť pre expertov zo zúčastnených krajín, aby porozumeli týmto rozdielom a využili ponaučenia na identifikáciu ďalších vylepšení.

Informácie poskytnuté v národných správach k téme číslo tri, riadenie ťažkých havárií, plne pokrývalo témy obsiahnuté v špecifikáciách ENSREG. Národné správy popisujú jestvujúce riadenie havárií a havarijné zabezpečenia na lokalite, ako aj opatrenia pre ich ďalšie vylepšenie. Avšak ich prezentácia a úroveň detailu nie vždy dodržiavali formát navrhnutý skupinou ENSREG.

4.2 Primeranosť poskytnutých informácií, konzistentnosť s usmernením od ENSREGu

Všetky zúčastnené krajiny načas predložili správy o realizácii záťažových testov a ich hodnotení národnými regulátormi. Ako už bolo uvedené vyššie, boli tu rozdiely v prístupe, jednak čo sa týka metodiky rôznych prešetrovaní a jednak vo forme podania správy. Toto sa však dalo očakávať, keďže záťažové testy ENSREG sú novinkou a boli zámerne vykonané v zhusťenom harmonograme. Vzhľadom na okolnosti sa tieto odchýlky považovali za akceptovateľné a nemali vplyv na výsledok záťažových testov. Hlavným obmedzením bol čas, ktorý bol k dispozícii pre každú etapu procesu záťažových testov a regulačné posúdenie jej výsledkov. Všetky krajiny nahlásili, že niekoľko aktivít stále prebieha alebo sa majú spustiť vo veľmi blízkej budúcnosti.

Poskytnuté informácie boli vo všeobecnosti veľmi dobré. V niektorých prípadoch, zvlášť pri krajinách s početnými elektrárnami a s rôznymi projektmi, boli poskytnuté súhrnné informácie v národnej správe s tým, že detailné informácie na úrovni elektrárne boli zvyčajne k dispozícii v správach prevádzkovateľov. Napriek tomu by sa dalo uzavrieť, že poskytnuté informácie splnili pokyny stanovené skupinou ENSREG a umožnili komplexné partnerské previerky.

Zúčastnené krajiny plne spolupracovali s európskym procesom partnerských previerok počas tematického posudzovania a počas návštev jednotlivých krajín. Experti partnerskej previerky veľmi efektívne využili tematické diskusie zorganizované v Luxemburgu od 5. do 17. februára a 17 návštev v jednotlivých krajinách, ktoré sa konali od 11. do 31. marca, aby skompletizovali posudky a získali

informácie a dôkazy potrebné pre vyvodenie stručných záverov z udalosti vo Fukušime na európskej úrovni.

4.3 Primeranosť hodnotenia súladu elektrární s ich súčasnou licenčnou/bezpečnostnou bázou pre udalosti v rámci rozsahu záťažových testov

Súlad elektrární s ich súčasnou licenčnou bázou bol posúdený jednak prevádzkovateľmi a jednak regulačnými orgánmi počas národnej etapy záťažových testov, čerpajúc z časti z ich pravidelných aktivít hodnotenia bezpečnosti. Proces preverovania záťažových testov partnermi preukázal, že hoci krajiny použili rôzne prístupy, všetky národné správy poskytli dôkaz o súlade elektrární s ich súčasnou licenčnou/bezpečnostnou bázou. Vypracovanie aktualizácie bezpečnostných štandardov MAAE a WENRA referenčných úrovní (RU) za posledné desaťročie taktiež podporilo výrazný posun smerom k väčšej konzistentnosti medzi európskymi krajinami, pokiaľ ide o všeobecné akceptačné kritériá. Napriek tomu boli identifikované oblasti pre úpravu jestvujúcich RU alebo vyvinutie vylepšených RU.

Vo všeobecnosti nič nenasvedčovalo tomu, že by ktorákoľvek posudzovaná elektrárň v rámci záťažových testov nebola v súlade so svojím licenčným základom. Čo sa týka menších odchýlok od regulačných požiadaviek, ktoré boli zistené, zvlášť pri výkone regulačných inšpekcií, aplikovali sa štandardné regulačné postupy v súlade s legislatívnym rámcom.

Výsledky procesu posudzovania záťažových testov partnerskou previerkou jasne naznačujú, že je potrebné venovať zvláštnu pozornosť periodickým hodnoteniam bezpečnosti ako dôležitému a silnému nástroju pre pravidelné prehodnotenia stavu bezpečnosti elektrární.

Mnohé národné správy identifikovali explicitnú prácu na preukázanie pokračujúcej zhody s preverovanými bezpečnostnými prípadmi jadrových zariadení. V takomto zhustenom harmonograme je pre partnerských posudzovateľov ťažké dosiahnuť pocit splnenia alebo tak podobne. Bolo možné získať len bežný prehľad z návštev krajín v rámci partnerskej previerky a preto sa odporúča, aby národní regulátori zväžili, ako čo najlepšie zabezpečiť, aby boli konkrétne požiadavky (napr. bezpečnostné štandardy MAAE a referenčné úrovne WENRA) pre všetky tri tematické oblasti, ktoré sa skúmali, riadne vykonávané. Konkrétne návrhy sú v kapitolách 5, 6 a 7 a sú zosumarizované v konečných záveroch tejto správy. Ponaučenia z udalostí vo Fukušime k dnešnému dňu (analýza udalosti pokračuje) viedli vo všetkých krajinách k úprave alebo k dodatočným bezpečnostným požiadavkám na špecifické otázky. Tento proces v súčasnosti prebieha a vo väčšine prípadov je zahrnutý do normálneho procesu medzi regulátorom a držiteľom licencie.

4.4 Primeranosť prístupov použitých na vyhodnotenie rezerv a odolnosti elektrární

Pre tému číslo jedna, prírodné vplyvy, proces partnerskej previerky zaznamenal všeobecne správny prístup k preukazovaniu vhodnosti úvodného projektu, ale identifikoval, že hodnotenie nadprojektových (BDB) rezerv nie je konzistentné vo všetkých zúčastnených krajinách. Niekoľko krajín prijalo zavedené prístupy k seizmickým rezervám a kvantifikovalo vlastnú odolnosť elektrárne nad projektovú bázu. Avšak, väčšina mala len všeobecné tvrdenie, že existujú rezervy a preto nie sú informácie na základe ktorých by sa dali zvažovať efektívne potenciálne vylepšenia. Skupine ENSREG bol jasný prístup navrhovaný pre

záplavy, kde bolo podrobne popísané odstupňované zvyšovanie hladiny a súvisiace hodnotenia akceptovateľnosti a vylepšenia. Len malý počet krajín toto urobilo. Prístup k rezervám na extrémne poveternostné podmienky preukázal ešte väčšiu variabilitu, pravdepodobne preto, že existujúce usmernenie je menej rozvinuté. Napriek týmto neistotám, väčšina národných správ identifikovala významné a hodnotné zlepšenia od prijatých prístupov.

V téme číslo dva, strata elektrického napájania a strata konečného odvodu tepla a kombinácia týchto dvoch prípadov, boli hodnotené scenáre v tematickom posudzovaní bez ohľadu na príčinu ich vzniku alebo frekvenciu výskytu. Prakticky vo všetkých prípadoch bolo hodnotenie reakcie elektrárne riadne vykonané pre všetky situácie vyžadované špecifikáciami ENSREG. Vo väčšine prípadov bola strata UHS (ako aj kombinácia SBO a straty UHS) súčasťou SBO udalosti. Toto vedie k niektorým priťažujúcim situáciám pre elektrárne, v ktorých koncepcia projektu počíta s viacnásobnými možnosťami elektrického napájania striedavým prúdom alebo viacerými zdrojmi vody. Tieto elektrárne zadefinovali SBO pre dva prípady, čiastočná a úplná strata striedavého napájania. Tento prístup bol v súlade so špecifikáciou ENSREG. Problémom súvisiacim s hodnotením odvodu tepla bola neexistencia jasnej a jednoznačnej spoločnej terminológie (ako napr. definícia konečného a náhradného odvodu tepla).. Niektoré krajiny ako náhradný odvod tepla zvažovali dodatočné zdroje vody (ako napr. špeciálne studne/vrty alebo blízke jazerá), iné zvažovali možnosť odvodu zvyškového tepla do atmosféry.

Diskusie počas tematických posudzovaní umožnili vyjasniť si rozdiely v predpokladoch, metodikách a prezentácii výsledkov. Dospelo sa k záveru, že bezpečnostné rezervy a stanovenie hraničného efektu pre straty bezpečnostných systémov boli všeobecne v súlade so špecifikáciami ENSREG.

Odolnosť JE môže byť zvažovaná hlavne v zmysle dostatočnosti času, ktorý je k dispozícii na riadenie ťažkej havárie, pred vznikom dôležitých udalostí, ktoré eskalujú závažnosť havárie (napr. poškodenie AZ, nádoby a zlyhanie kontajnementu). Ďalším meradlom odolnosti je úroveň redundancie, diverzity a nezávislosti zabezpečení na mieste tak, aby sa zabránilo alebo obmedzilo rádioaktívnym únikom do životného prostredia. Národné správy pomerne jednotným spôsobom pokrývajú hardvér, procesné a ľudské zabezpečenia, ktoré sú k dispozícii, ich rozsah, úroveň pripravenosti vrátane verifikácie a validácie SAMG, stratégie pre realizáciu konkrétnych opatrení na zmierňovanie následkov havárie, atď. Napriek tomu, zabezpečenia SAM sa odlišujú, keďže tieto sú v úzkom vzťahu s typom elektrárne a projektom, ale taktiež s historickým vývojom v konkrétnych krajinách. Prakticky vo všetkých národných správach je identifikovaná potreba ďalších analýz, ako nevyhnutný predpoklad pre zapracovanie všetkých ponaučení z udalostí vo Fukušime v oblasti riadenie ťažkých havárií.

4.5 Aktivity regulátorov aplikované na kroky a závery prezentované v národných správach

Národné správy zahrňujú konkrétne informácie so zreteľom na zapojenie jednotlivých regulátorov do procesu, zvlášť ku krokom orgánov, ktorých sa týkajú záťažové testy a k ich záverom. Vo všetkých prípadoch, národné regulačné orgány, niekedy podporované svojimi technickými podpornými organizáciami (TSO), preskúmali hodnotenia, ktoré vykonali držitelia licencie. Regulačné kroky zahrňovali špecializované inšpekcie, rozhodnutia/príkazy, hodnotenia a v niektorých prípadoch regulačné schválenie, nevyhnutné opatrenia na vylepšenie/nápravu a ich plánované harmonogramy. Okrem krokov

prevádzkovateľov, regulačné orgány spustili svoje vlastné šetrenia v súvislosti s udalosťami vo Fukušime. Okrem toho, všetci regulátori môžu presmerovať zameranie svojich aktivít napríklad tak, aby zahrňovali špecializované inšpekcie. Je možné, že budú potrebné dlhodobé zmeny v závislosti od zistení z konečného hodnotenia havárie a ponaučení z nej.

Národní regulátori filtrovali informácie prichádzajúce z Japonska a medzinárodných organizácií, ako napr. MAAE. V mnohých krajinách sa vykonali okamžité národné kontroly ešte predtým, ako boli vyvinuté a dohodnuté špecifikácie ENSREG pre záťažové testy. Niektoré vlády žiadali správy o výsledkoch takýchto rýchlych kontrol ešte pred letom 2011. Na druhej strane sú krajiny, ktoré sa rozhodli pre postupný prístup, kde sa konečné rozhodnutia o programoch a opatreniach, ktoré sa majú realizovať ako reakcia na udalosti vo Fukušime, budú robiť po porovnaní výsledkov partnerskej previerky záťažových testov EÚ.

Na národnej úrovni, všetci regulátori brali proces záťažových testov veľmi vážne a v niektorých prípadoch už posúdili konkrétne nové návrhy prezentované prevádzkovateľmi. Urýchlilo sa veľké množstvo predtým naplánovaných aktivít a regulátori vydali rozhodnutia, ktoré identifikovali ďalšie bezpečnostné vylepšenia vyplývajúce z procesu záťažových testov.

Podľa národných správ, národní regulátori boli veľmi aktívni pri identifikovaní vylepšení a oblastí pre ďalšie analyzovanie.

5 HODNOTENIE EURÓPSKÝCH JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ VO VZŤAHU NA ZEMETRASENIA, ZÁPLAVY A OSTATNÉ EXTRÉMNE POVETERNOSTNÉ PODMIENKY

5.1 Popis súčasnej situácie elektrární na európskej úrovni

5.1.1 Regulačná báza pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad

Na ochranu pred vonkajšími udalosťami sa prijímajú rôzne regulačné prístupy. Väčšina krajín prijíma normatívny prístup, v ktorom právne predpisy ustanovujú podrobnosti ako sa majú spracovať bezpečnostné prípady podrobne popisujú parametre rizík, ktoré vyúsťujú do DBE alebo podobne. Iné krajiny prijímajú prístup na vysokej úrovni, so stanovením cieľov, v ktorom sa ponecháva viac na úvahu prevádzkovateľa za predpokladu, že zdôvodnia zvolený prístup. Obidva prístupy môžu viesť k uspokojivej argumentácii o bezpečnosti, ale preukázanie je adekvátne len vtedy, ak národný regulátor a/alebo prevádzkovateľ určí, že externé udalosti sa hodnotia s príslušnou úrovňou konzervativizmu.

Usmernenie MAAE odporúča, aby sa prijalo minimálne 0.1g horizontálne zrýchlenie na povrchu terénu pre seizmickú záťaž, kde podrobné hodnotenie rizík môže naznačovať nižšiu úroveň pre projekt alebo prehodnotenie. Táto východisková úroveň v malom počte prípadov ešte nebola plne prijatá. Avšak tam, kde sa takto stalo existujú miestne plány na vyriešenie tohto nedostatku. Odporúča sa, aby toto regulátori brali do úvahy, keď budú preverovať seizmické riziká pre budúce PSR.

Väčšina krajín preukázala primeraný prístup k projektovým seizmickým udalostiam a projektovým záplavám, keďže toto regulátori dôsledne vyžadujú. Avšak hodnotenie nadprojektových rezerv (BDB) je oveľa viac variabilné, keďže toto nie je všeobecne regulačnou požiadavkou. Len veľmi málo krajín má stanovené hraničné efekty a súvisiace zlepšenia ochrany takým spôsobom, ako to zamýšľa ENSREG. Situácia pokiaľ ide o extrémne poveternostné podmienky je dokonca ešte menej uspokojivá. Niektoré krajiny preukázali schopnosť založenú na posledných historických údajoch, ktoré sú menej náročné ako by diktovala dobrá prax. Všeobecne bolo len málo dôkazov o posudzovaní rezerv BDB.

5.1.2 Hlavné požiadavky aplikované na túto konkrétnu oblasť

Dobrá prax, ktorú prijali členské štáty MAAE a použila sa pre partnerskú previerku je, že vonkajšie udalosti by sa mali riešiť naprojektovaním na rizikovú úroveň, ktorá je v súlade s výskytom raz za 10 000 rokov, t.j. frekvenciou ekvivalentnou s 10^{-4} za rok. Mnohé krajiny prijali túto úroveň pre nové projekty, zatiaľ čo veľký počet krajín ju prijal na prehodnotenie starších projektov. Avšak malý počet neprijal túto úroveň pre prehodnotenie/rekonštrukciu v niektorých prípadoch, keďže usúdili, že nie je realizovateľné definovať charakteristiku zemetrasení pri takých vzdialených frekvenciách. Odporúča sa, aby regulátori zväžili, ako určiť konzistentnosť pri zabezpečení, aby všetky previerky elektrární/rekonštrukcie so zreteľom na bezpečnostné prípady v súvislosti s vonkajšími vplyvmi, dosiahli takúto úroveň preukázania.

Hlavnou problematikou prehodnotenia vonkajších vplyvov na JE je identifikovať potrebu vhodných úprav na JE. Môže sa použiť deterministická alebo pravdepodobnostná metóda hodnotenia, ale mala by byť konzistentná s odporúčaniami MAAE.

Ku koncu procesu partnerskej previerky MAAE vydala odporúčania k meteorologickej projektovej báze, ktorá bude predstavovať základňu pre rozvoj hodnotenia extrémnych poveternostných podmienok v blízkej budúcnosti ⁹.

5.1.3 Technické zázemie pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad

Hodnotenie bezpečnostných prípadov pre externé udalosti by malo v ideálnom prípade obsahovať prvky deterministického aj pravdepodobnostného prístupu. Deterministický prístup vyžaduje definíciu posudzovanej úrovne záťaže analogicky ako k projektovej záťaži. Národné správy uvádzajú, že existuje značná miera zhody, podporená odporúčaniami MAAE a ostatnými odporúčaniami pre túto úroveň, aby bola v súlade s frekvenciou 10^{-4} za rok. Malý počet krajín prijal konzervatívnejší prístup s použitím frekvencie 10^{-5} .

Vzhľadom k vysokej úrovni neistoty, pokiaľ ide o prírodné udalosti, je užitočné a logické doplniť deterministické posúdenie o pravdepodobnostné analýzy bezpečnosti (PSA). Hoci seizmická PSA je dobre rozvinutou technikou, z partnerskej previerky bolo zrejmé, že sa nedá univerzálne použiť pre staršie elektrárne a odporúča sa, aby národní regulátori zväžili zabezpečiť, aby seizmické PSA boli zahrňované do

⁹ Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations – IAEA Safety Standards Series No. SSG-18; Published Thursday, December 01, 2011.

procesu PSR. Pre prírodné riziká, iné ako sú seizmické udalosti a záplavy, proces PSA nie je až tak dobre rozvinutý a alternatívne prístupy na určenie rezerv a identifikovanie potenciálnych vylepšení na elektrárni môžu byť vhodnejšie, hoci aspoň jedna krajina sa javí, že úspešne zahrnula extrémne poveternostné podmienky do svojej PSA. Požiadavky na potenciálne vylepšenia elektrárne odvodené buď od deterministickej alebo pravdepodobnostnej metódy by mali byť zhodné. V oboch prípadoch by malo byť cieľom určiť príležitosti pre vylepšenia elektrárne.

Špecifikácie záťažových testov nevyústili dôsledne do relevantných informácií v národných správach čo sa týka regulačného dohľadu. Avšak dá sa spoľahlivo vyvodiť, že bezpečnostné prípady pre riziká sú vhodne regulované, hoci bolo ťažké určiť ako dohľad pokračuje do prevádzky elektrárne. Z národných správ, ktoré pokryli tento aspekt je zrejmé, že je možné vykonávať efektívne inšpekcie, aby sa zabezpečilo, že zariadenia sú riadne nainštalované a udržiavané a odporúča sa, aby všetci národní regulátori zvážili zavedenie programov pre takéto inšpekcie, zvlášť pre dočasné a mobilné zariadenia a nástroje používané na zmiernovanie vonkajších udalostí BDB.

5.1.4 Periodické hodnotenia bezpečnosti

Z národných správ bolo jasné, že PSR sú dobre zavedené vo všetkých zúčastnených krajinách a že vytvorili základ pre kontinuálne vylepšovanie elektrární, ako aj pre pravidelné prehodnocovanie licenčnej bázy. Vo väčšine prípadov je prehodnotenie vonkajších rizík súčasťou procesu PSR. Zistilo sa, že PSR, vrátane prehodnotenia seizmických rizík, je obzvlášť silným bezpečnostným prvkom, keďže takéto opakované periodické hodnotenia umožňujú využiť pokrok vo vede a technológii. Odporúča sa, aby regulátori zvážili, ako posilniť proces PSR vyvinutím viac konzistentného prístupu k určeniu úrovni nebezpečenstva a rezerv pre vonkajšie udalosti, minimálne každých 10 rokov alebo vždy keď je to potrebné.

5.1.5 Súlad elektrární so súčasnými požiadavkami

Všetky národné správy poskytli dobrý dôkaz o súlade s projektovými požiadavkami pre zemetrasenie a záplavy. BDB je menej jasné čiastočne preto, že metódy nie sú až tak rozvinuté a okamžite dostupné a čiastočne preto, že regulačné požiadavky sú menej jasné, tak ako to bolo uvedené vyššie. Pre extrémne poveternostné podmienky dokonca nie sú jasné ani projektové. Ku konci procesu záťažových testov bol vydaný nový návod MAAE⁹ ktorý môže umožniť väčšiu konzistentnosť postupu zúčastnených krajín.

Pre sústavný súlad elektrární s bezpečnostnými požiadavkami sa tiež sa považuje za cenné, aby boli elektrárne riadne overované regulátormi a odporúča sa, aby regulátori spolu s prevádzkovateľmi, zvážili ako vypracovať štandardy pre riešenie kvalifikovanej prehliadky elektrárne s ohľadom na zemetrasenie, záplavy a extrémne poveternostné podmienky – aby sa zabezpečilo systematickejšie vyhľadávanie nesúlador a ich náprava (napr. vhodné skladovanie zariadení). Táto aktivita na elektrárni by ťažila z jasného označovania kvalifikovaných zariadení.

5.2 Posúdenie odolnosti elektrární na európskej úrovni

5.2.1 Prístup zvolený pre posúdenie bezpečnostných rezerv

Existujú dobre zavedené postupy pre hodnotenie seizmických rezerv BDB, nazývané hodnotenie seizmických rezerv. Toto sa zdá byť podobné k deterministickej metóde, hoci akceptačné kritériá sú odvodené od pravdepodobnostného hodnotenia krehkosti. Alternatívne sa podobné závislosti krehkosti dajú implementovať do seizmickej PSA. Mnohé krajiny si zvolili jeden z týchto prístupov a používajú ich na určovanie potenciálnych vylepšení. Avšak takmer polovica krajín zúčastnených na záťažových testoch nepoužila ani jeden a citovala generické potenciálne rezervy ako reakciu na špecifikácie ENSREG.

Posudzovanie sa skomplikovalo rôznou nomenklatúrou používanou v medzinárodných pravidlách, ako napr. SL1, SL2, DBE, atď. Ktorýkoľvek prístup sa zvolí, je jasné, že hlavným cieľom by malo byť určiť potenciálne vylepšenia elektrární a toto by malo byť zameraním prác.

Pre záplavy bol na hodnotenie rezerv bol skupinou ENSREG zvolený veľmi jasný prístup. Prístup predpokladá zvýšenie úrovne hladiny záplav BDB, určenie reakcie na hraničný efekt a prijatie riešení na potenciálne vylepšenia reakcie. Len malý počet krajín toto urobil. V mnohých prípadoch národná správa argumentuje, že možnosť významných záplav BDB je veľmi vzdialená a nemusí sa brať do úvahy. Napriek tomu mnohé z týchto krajín stále identifikujú možné zlepšenia. Uznáva sa, že na niektorých lokalitách, vzhľadom k vlastnej fyzickej geografii, sa dá akýkoľvek hraničný efekt vyplývajúci z externých záplav spôsobený stúpajúcou hladinou vody prakticky eliminovať. Avšak odporúča sa, aby národní regulátori vo všetkých krajinách, ktoré nezvažovali postupné zvyšovanie povodňovej hladiny a súvisiace potenciálne vylepšenia, zvažili požiadať prevádzkovateľov, aby tak urobili.

Ako bolo uvedené vyššie, odporúča sa, aby WENRA, so zapojením najlepších dostupných odborných znalostí z Európy zvažila, ako stanoviť konzistentný prístup k hodnoteniu rezerv pre vonkajšie udalosti – čo sa pravdepodobne najlepšie urobí poskytnutím viacerých rád ohľadne rozsahu periodických hodnotení a/alebo v spojení s prácou agentúr, ako je napr. MAAE. Zvlášť by bolo vhodné podporiť ďalší rozvoj konzistentných prístupov k extrémnym poveternostným podmienkam.

Tam, kde sa štúdie BDB robili efektívne, identifikovali sa príslušné vylepšenia a je dôležité, aby regulátori v tých krajinách, ktoré neboli plne v súlade so špecifikáciami ENSREG, zvažili ako dokončiť takéto posúdenie.

5.2.2 Hlavné výsledky k bezpečnostným rezervám a hraničným účinkom

Vo všeobecnosti je seizmická projektová báza uspokojivo určená na základe udalostí konzistentných s výskytom 10^{-4} za rok. Toto je v súlade s dobrou praxou a medzinárodnými pravidlami. Avšak sú niektoré krajiny, kde sú úrovne zrýchlenia konzistentné s vnímaným výskytom 10^{-4} za rok veľmi nízke. Za takýchto okolností usmernenia MAAE navrhujú, aby sa zvolila minimálne 0.1g špičkového horizontálneho zrýchlenia na povrchu terénu (PGA). Toto sa nestalo v malom počte prípadov.

Výskum posudzovania seizmických rizík a dostupnosť relevantných poznatkov sa naďalej vylepšuje a je dôležité, aby sa zaťaženie určilo realisticky. Preto sa odporúča, aby regulátori zvažili, ako podporiť širšie

diskusie ohľadne dobrej praxe pre určovanie projektových seizmických rizík, aby sa zabezpečilo, že projektová úroveň a akákoľvek uvedená rezerva má zmysel vo všetkých prípadoch.

Tam, kde sa robili BDB štúdie efektívne, boli identifikované príslušné vylepšenia a je dôležité, aby regulátori v týchto krajinách, ktoré neboli v súlade, zvážili ako ukončiť takéto hodnotenie.

Hodnotenia bezpečnostných rezerv, ktoré boli nahlásené preukázali, že vyhodnotenie rezerv môže byť efektívne pri identifikovaní vylepšení na elektrárni, aby sa zvýšila jej odolnosť. Správy tiež identifikovali významné vylepšenia, ktoré boli realizované po PSR.

Viacere elektrárne tvrdia, že niektoré zo záťaží extrémnymi poveternostnými podmienkami zahŕňajú rozličné udalosti, ktoré podľa úsudku vyžadujú vyššie úrovne odolnosti elektrárne alebo konštrukcie. Od prípadu k prípadu sa toto môže posudzovať ako akceptovateľný prístup, ale rovnocennosť zaťaženia musí byť preukázaná.

Všetky európske krajiny rozhodli, že cunami buď nie je reálnou hrozbou pre jestvujúce lokality elektrární alebo je zahrnutá v ďalších iniciátorov záplav. Všeobecne, DBF boli riešené primerane efektívne. Avšak len malý počet krajín hodnotil rezervy pri záplavách takým spôsobom, ako to špecifikovala skupina ENSREG, t.j. s predpokladom postupného zvyšovania sa záplavovej hladiny a hľadaním hraničných účinkov a potenciálnych vylepšení. Mnohé krajiny argumentovali, že BDB nadprojektové záplavy sú udalosťou s extrémne nízkou frekvenciou a preto nevyhodnotili takýto stav. Dokonca mnohé z týchto krajín po subjektívnej úvahe identifikovali určité vylepšenia. Príklady zahrňujú zvýšenú výšku umiestnenia otvorov do chránených miestností, zabezpečenie dodatočných dočasných priehrad na ochranu pred povodňami alebo objemovú ochranu miestností so vzťahom na bezpečnosť. Partnerská preverka prišla k záveru, že systematické hodnotenie rezerv v súlade so zásadami navrhnutými ENSREG je užitočné, pokiaľ neexistujú prevažujúce dôkazy, že BDB záplavy sú extrémne zriedkavou udalosťou. Odporúča sa, aby regulátori zvážili realizovanie hodnotenia v súlade so špecifikáciami ENSREG tam, kde to ešte nebolo urobené.

5.2.3 Silné bezpečnostné prvky a oblasti pre bezpečnostné vylepšenia identifikované v procese

Všeobecne sú požiadavky DBE a DBF vhodne plnené kvalifikovanými stavbami, systémami a komponentmi (SSC) a topologickým usporiadaním. Mnohé SSC buď preukázali, že majú rezervy nad DBE alebo majú mierne rezervy vďaka odolnému projektu DBE. Takéto projektové riešenia SSC sú doplnené o ich oddelenie a redundancie s ohľadom na riziká BDB.

Viac ako jedna tretina európskych elektrární prijala "hardened core" filozofiu, aby zabezpečila dodatočné nezávislé pod-súbory bezpečnostných SKK, ktoré sú schopné odolať zemetraseniu a záplavám významne BDB.

Prístup chráneného objemu je zaznamenaný ako efektívny spôsob preukázania ochrany pred povodňami pre určené miestnosti alebo priestory.

Tam, kde nebol preukázaný vhodný argument, väčšina krajín identifikovala budúce práce buď na hodnotení rezerv alebo na ich zavedení prostredníctvom modifikácií.

Väčšina krajín má plány zabezpečiť robustné mobilné zariadenia, ktoré majú vykonávať potrebné bezpečnostné funkcie, ak by boli stále systémy postihnuté. Odporúča sa, aby projekt pre skladovanie takéhoto zariadenia bral do úvahy externé udalosti na úrovni projektu a nadprojektovej úrovni, aby sa zaistila vhodná dostupnosť v prípade potreby. Podobné úvahy platia aj pre robustnosť lokálnych stredísk pre SAM voči vonkajším vplyvom .

Rozsah práce pre posúdenie argumentácie rizík a vylepšenie elektrární, ktoré vzniká z PSR je pozoruhodný a mnohé krajiny preukázali primeranú odolnosť na základe skorších prác vykonaných za účelom naplnenia procesu PSR. Odporúča sa, aby regulátori podporili konsolidáciu procesu PSR tak, aby zahrňovala hodnotenie rezerv voči vonkajším udalostiam, vrátane pravidelných previerok projektových a nadprojektových rizík.

S ohľadom na riziká, obzvlášť seizmické by sa zdalo, že techniky a dostupné dáta sa stále vyvíjajú. Odporúča sa, aby regulátori zväžili spoluprácu s ostatnými agentúrami na vypracovaní konzistentného prístupu v celej Európe, berúc do úvahy aktualizácie v metodike, nové zistenia a akékoľvek relevantné informácie z kontinuálneho výskumu o aktívnych a možných zlomoch v okolí JE.

Mnohé, no nie všetky JE, trvalo nainštalovali seizmické monitorovacie a poplašné systémy. Informácie z takýchto systémov umožňujú prevádzkovateľom robiť kvalifikované rozhodnutia či pokračovať v prevádzke po seizmickej udalosti alebo nie. Je jasné, že takéto rozhodnutia by mali byť založené na vhodných postupoch a školeniach. Tam, kde v súčasnosti neexistujú, sa odporúča, aby regulátori zväžili požadovať seizmické monitorovacie systémy a vhodné postupy a školenia.

Bolo zrejmé, že prístup k sekundárnym účinkom seizmických udalostí, ako sú napríklad záplavy alebo požiare, ktoré sú dôsledkom udalosti, sa nie vždy rieši dôsledne. Odporúča sa, aby národní regulátori objasnili takéto požiadavky pre budúce hodnotenia.

Niektoré krajiny odkazujú na poplašné systémy varujúce pred zlým počasím. Varovanie vopred pred zhoršujúcim sa počasím je často k dispozícii v dostatočnom časovom predstihu, aby poskytlo prevádzkovateľom užitočné avízo a odporúča sa, aby sa národní regulátori snažili zabezpečiť, aby všetci prevádzkovatelia vyvinuli vhodnú komunikáciu a príslušné postupy. .

5.2.4 Možné opatrenia na zvýšenie odolnosti

Väčšina krajín nevykonala formálne hodnotenia rezerv ani PSA pre seizmické riziká. Záverom partnerskej previerky bolo, že potenciálny prínos je značný a odporúča sa, aby národní regulátori zväžili vyžadovanie takýchto analýz tam, kde ešte neboli vykonané.

V niektorých krajinách bol pôvodný seizmický projekt založený na veľmi nízkom zrýchlení. Všetky krajiny akceptujú, že moderné štandardy si vyžadujú projektovú úroveň založenú na 10^{-4} početnosti výskytu ročne. Avšak určenie rizikanie je vždy konzistentné s modernými štandardmi a porozumením a preto sa odporúča, aby národné regulačné orgány zväžili požadovanie prehodnotenia rizík voči moderným štandardom, ako súčasť procesu PSR.

Záverom partnerskej previerky pri záplavách bolo, že systematické hodnotenie rezerv v súlade so zásadami navrhnutými ENSREG je užitočné, pokiaľ nie sú prevažujúce dôkazy, že BDB záplavy nie sú reálne. Odporúča sa, aby regulátori zväžili realizovať takéto hodnotenia tam, kde sa ešte nerobili.

Je tu značná variabilita čo sa týka prístupov k extrémnym poveternostným podmienkam, čiastočne vyplývajúca z nejasnosti, čo sa týka regulačných požiadaviek, ale tiež nedostatku dostupných zavedených metód. Odporúča sa, aby regulátori zväžili podporenie celoeurópskej debaty o prínosoch systematickejšieho prístupu k výzvam v súvislosti s extrémnymi poveternostnými podmienkami a viac konzistentné porozumenie možných projektových opatrení na zmierňovanie dôsledkov.

5.2.5 Opatrenia, o ktorých už prevádzkovatelia rozhodli alebo ich realizovali a/alebo ktoré majú regulátori sledovať

Pre bezpečnostné argumenty pri externých udalostiach je ťažké identifikovať generické fyzikálne opatrenia na zmierňovanie dôsledkov, keďže prístup k zlepšovaniu rezerv je závislý od elektrárne. Avšak všetky krajiny identifikovali ďalšie práce ako reakciu na záťažové testy alebo súvisiace práce, ktoré vyplynuli z udalostí vo Fukušime a odporúča sa, aby ENSREG naďalej podporoval diskusie v rámci spoločenstva, aby sa zabezpečil maximálny prínos v rámci Európy. Čo sa týka extrémnych poveternostných podmienok, aplikácia posledného usmernenie MAAE 10 (vydané v roku 2011) pravdepodobne v tomto ohľade napomôže.

5.3 Závery a odporúčania z partnerskej previerky špecifické pre túto oblasť

Všetky národné správy identifikovali významné a užitočné potenciálne vylepšenia pomocou programov trvajúcich niekoľko rokov. Odporúča sa, aby národní regulátori zväžili nasledovné:

- 1) Uskutočnenie všetkých posúdení elektrární/rekonštrukcií s ohľadom na bezpečnostné argumenty pri vonkajších vplyvoch na hodnotu výskytu 10^{-4} ročne/0,1g minimálne špičkové zrýchlenie na povrchu terénu.
- 2) Aby všetky krajiny, ktoré nezvažovali postupné zvyšovanie povodňovej hladiny a súvisiace potenciálne vylepšenia, zväžili toto požadovať od prevádzkovateľov.
Keď sa hodnotenie vykonáva na správnej úrovni, táto činnosť je uskutočniteľná a môže ľahko poskytnúť cenný pohľad dovnútra na efektívne a realistické vylepšenia JE.
- 3) Posilnenie procesu PSR podporením viac konzistentného prístupu k určaniu rezerv pre vonkajšie udalosti, vrátane PSA externej udalosti (vrátane seizmickej) a pravidelné posudzovanie projektových a nadprojektových rizík.
- 4) Aby sa vzhľadom na definíciu rizika techniky a dáta stále vyvíjali. WENRA, so zapojením najlepšej dostupnej expertízy z Európy, by mala vyvinúť usmernenie k hodnoteniu prírodných rizík, vrátane zemetrasenia, záplav a extrémnych poveternostných podmienok, ako aj zodpovedajúce usmernenie k hodnoteniu nadprojektových rezerv a hraničných efektov.

- 5) Objasnenie požiadaviek pre prístup k sekundárnym efektom seizmických udalostí, ako napr. záplavy alebo požiar, ktoré vzniknú ako dôsledok udalosti, pri budúcich hodnoteniach.
- 6) Že prístup chráneného objemu je efektívny spôsob ako preukázať ochranu pred povodňami pre identifikované miestnosti alebo priestory.
- 7) Ako najlepšie zabezpečiť, aby sa konkrétne prevádzkové požiadavky na bezpečnostné prípady externých udalostí vhodne udržiavali. Regulátori a prevádzkovatelia by mali zvážiť vypracovanie štandardov na riešenie kvalifikovaných pochôdzok po elektrárni, so zreteľom na zemetrasenie, záplavy a extrémne poveternostné podmienky – aby sa zabezpečilo systematickejšie vyhľadávanie nesúládov a ich naprávanie (napr. vhodné skladovanie zariadení, zvlášť pre dočasné a mobilné zariadenia a nástroje používané na zmiernenie BDB externých udalostí). Táto aktivita na báze elektrárne by ťažila z jasného označovania kvalifikovaných zariadení.
- 8) Aby niektoré krajiny navrhli vypracovať “hardened core” vybraných bezpečnostných systémov chránených voči vonkajším vplyvom.
- 9) Aby projekt pre skladovanie mobilných zariadení na vykonanie nevyhnutných bezpečnostných funkcií bral do úvahy externé udalosti na projektovej a nadprojektovej úrovni, aby sa zabezpečila vhodná dostupnosť v prípade potreby následne po významnej externej udalosti. Podobné úvahy platia pre odolnosť lokálnych stredísk pre SAM voči vonkajším vplyvom.
- 10) Inštalácia seizmických monitorovacích systémov a vypracovanie súvisiacich postupov a školení pre tie JE, ktoré v súčasnosti takéto systémy nemajú.
- 11) Niektoré krajiny odkazujú na poplašné systémy varujúce pred zlým počasím. Včasné varovanie pred zhoršujúcim sa počasím je často k dispozícii v dostatočnom časovom predstihu, aby poskytlo prevádzkovateľom užitočné avízo a odporúča sa, aby sa národní regulátori snažili zabezpečiť aby bola prevádzkovateľmi vybudovaná vhodná komunikácia a postupy..

6 HODNOTENIE EURÓPSKÝCH JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ VO VZŤAHU NA STRATU ELEKTRICKÉHO NAPÁJANIA A STRATU KONEČNÉHO ODVODU TEPLA

6.1 Popis súčasnej situácie elektrární v celej Európe

6.1.1 Regulačná báza pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad

Väčšina krajín uznáva, že štandardy MAAE tvoria dobrú všeobecnú bázu pre kontinuálne vylepšovanie s ohľadom na LOOP, SBO a stratu UHS. Národné regulačné požiadavky pre túto oblasť sú všeobecne v súlade s bezpečnostnými štandardmi MAAE. Avšak tieto národné regulačné požiadavky a regulačný dohľad sú špecifické podľa krajín. Dokonca i tak sú základné bezpečnostné princípy univerzálne a skladajú sa z komplexného systému bezpečnostných úloh so základnými bezpečnostnými cieľmi a bezpečnostnými požiadavkami s ohľadom na princípy ochrany do hĺbky a zabezpečenie kritických

bezpečnostných funkcií. Niektoré krajiny sú konkrétnejšie alebo aplikujú dodatočné požiadavky na rôzne úrovne ochrany do hĺbky a diverzitu pre elektrické napájanie a odvádzanie zvyškového tepla. Môžu byť tiež mierne rozdiely v praktickej aplikácii v konkrétnych oblastiach, ako sú napríklad bezpečnostná klasifikácia systémov, na základe internej logiky podľa konkrétnej situácie v danej krajine alebo historického vývoja jadrových aktivít v krajine a projektu elektrárne špecifického pre danú krajinu. Za účelom harmonizácie a aplikácie dobrej regulačnej praxe v európskych krajinách a aby sme sa učili jeden od druhého, WENRA vyvinula referenčné úrovne navrhnuté na ďalšie vylepšovanie úrovne jadrovej bezpečnosti a regulácie v členských krajinách. Implementácia WENRA referenčných úrovní (RL) pre bezpečnosť reaktora začala v roku 2007. Treba poznamenať, že tieto úrovne sú relatívne všeobecné a neposkytujú podrobné požiadavky v oblasti témy 2.

6.1.2 Hlavné požiadavky aplikované na túto konkrétnu oblasť

Okrem všeobecných bezpečnostných požiadaviek, ktoré sa preberali vyššie, v rôznych krajinách sa aplikujú konkrétne požiadavky a regulačné usmernenia, pokrývajúce oblasti systému elektrického napájania a požiadavkami pre UHS. Zvlášť pre elektrické systémy sú k dispozícii podrobnejšie bezpečnostné požiadavky, v niektorých krajinách sú smernice dobre vypracované a pozostávajú z podrobnejšej úrovne technických požiadaviek. Tieto poskytujú prevádzkovateľovi podrobnejšie špecifikácie ohľadne projektových a bezpečnostných požiadaviek týkajúcich sa elektrických systémov a komponentov. V súlade s princípom kontinuálneho vylepšovania jadrovej bezpečnosti sa na jestvujúce elektrárne aplikujú najnovšie požiadavky, do tej miery ako je to praktické.

Bezpečnostné požiadavky ohľadne UHS sú viac všeobecné a sú pokryté pokiaľ ide o redundancie a diverzitu. Je ťažké identifikovať konkrétne požiadavky, ako je napríklad zabezpečenie náhradnej rozdielnej funkcie UHS a neexistuje žiaden dôkaz o existencii takéhoto podrobného usmernenia s ohľadom na túto konkrétnu funkciu.

6.1.3 Technické zázemie pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad

Tak ako to definujú špecifikácie ENSREG, aplikoval sa deterministický prístup ako hlavný prístup pre vypracovanie národných správ o záťažových testoch. Napriek tomu sa v národných správach a diskusiách využili doplnkové informácie z deterministického aj pravdepodobnostného hodnotenia, tam kde to bolo relevantné, keďže toto sa odráža v predpisoch a regulačnom usmernení vo väčšine krajín. Spätná väzba k prevádzkovým skúsenostiam bola tiež poskytnutá, keďže v niektorých prípadoch je braná do úvahy a vyžadovaná predpismi. Okrem toho, bezpečnostný dopad rekonštrukcie elektrární, modernizačných programov a kumulované zlepšenia dosiahnuté v priebehu doby bolo preukázané zodpovedajúcimi výsledkami PSA. Prijatie RL WENRA pre bezpečnosť reaktora a využitie deterministickej analýzy spolu s úrovňou 1 PSA, a v mnohých krajinách úrovňou 2 PSA, je tiež dôležitou súčasťou pozície a požiadaviek prezentovaných v národných správach.

6.1.4 Periodické posudzovania bezpečnosti

PSR ako nástroj pre regulačný dohľad sa javí byť univerzálne akceptovaný a aplikovaný v európskych krajinách so základným obdobím 10 rokov pre všetky prevádzkované elektrárne. Rozsah a frekvencia sa môžu mierne líšiť v závislosti od konkrétnej praxe v danej krajine; avšak celkovo sú v súlade

s usmernením MAAE. V niektorých prípadoch regulačný orgán prispôbil proces PSR za účelom zvýšenia efektívnosti a na zabezpečenie primeranej doby realizácie, ako aj na zabezpečenie bezpečnej dlhodobej prevádzky elektrární.

6.1.5 Súlad elektrární so súčasnými požiadavkami

Od národných správ sa nepožadovalo, aby poskytli osobitné alebo explicitné vyhlásenie týkajúce sa súladu s vnútroštátnymi právnymi predpismi. Z tematického posudzovania sa však zdá, že väčšina regulátorov vykonala nevyhnutné kontroly, aby sa zabezpečilo, že elektrárne sú v súlade s národnými požiadavkami, ale proces sa zameril na technický rozsah záťažových testov a otázky zdôraznené haváriou vo Fukušime. Ponaučenia z havárie až doteraz (zjavne bez akejkolvek hĺbkovej analýzy) viedli v niektorých krajinách k prísnejším alebo dodatočným bezpečnostným požiadavkám na konkrétne problematiky. Tento proces v súčasnosti prebieha a vo väčšine prípadov zahŕňa dialóg medzi regulátorom a prevádzkovateľom.

6.2 Posúdenie odolnosti elektrární na európskej úrovni

Táto kapitola správy sa venuje reakcii na špecifikácie ENSREG pre LOOP a stratu konečného odvodu tepla (UHS) a kombinácii týchto dvoch. Hodnotili sa scenáre, bez ohľadu na ich príčinu alebo frekvenciu výskytu. Kombinácia týchto scenárov spolu s ďalšími predpokladmi zlyhania je mimo rozsahu špecifikácií ENSREG pre tému 2, hoci v tematickom posudzovaní sa zvažoval možný vplyv ako súčasť diskusií.

6.2.1 Prístup použitý pre hodnotenie bezpečnostných rezerv

Cieľom záťažových testov EÚ ako cieleného prehodnotenia bezpečnosti jadrových zariadení bolo vyhodnotiť efekty extrémnych prírodných javov zahrnutých do projektu a mimo neho.

Otázky zistené počas záťažových testov ohľadne terminológie

- Konečný odvod tepla (UHS) a alternatívny/náhradný konečný odvod tepla:

Termín “náhradný UHS” sa v rôznych krajinách interpretoval odlišne. Väčšina krajín zvažovala rôzne zdroje pre chladiace médium (voda z rybníkov, studní, atď.) ako náhradu UHS, ale niektoré krajiny tiež zvažovali sekundárne alebo primárne napájanie a vypúšťanie (nakoniec) do atmosféry alebo využitie núdzových kondenzátorov, ako náhradu za UHS.

- strata vonkajšieho zdroja elektrického napájania (LOOP) a úplná strata elektrického napájania (SBO):

Termín ‘SBO’ sa v niekoľkých krajinách interpretoval odlišne. Väčšina krajín považuje SBO ako “kompletné SBO”, ale niektoré krajiny zvažovali “stratu ochrany pre projektové havárie”.

Jasná a jednoznačná spoločná terminológia v tomto ohľade by zvýšila transparentnosť a porovnateľnosť. Avšak partnerská preverka zabezpečila, že vyhodnotenie sa robilo na podstatu základného posúdenia bezpečnosti skôr než len na základe terminológie.

Projektové bezpečnostné rezervy

Projektové zabezpečenia sú medzi základnými kameňmi bezpečnostnej analýzy a ich popis sa vyžadoval v národných správach. Vzhľadom k tomu, že špecifikácie ENSREG k záťažovým testom definujú deterministický prístup, v ktorom sa sled udalostí predpokladá bez ohľadu na frekvenciu ich výskytu špecifickú pre danú elektrárňu, odolnosť projektových zabezpečení na zabránenie ich výskytu sa nedá jednoducho odhadnúť, vypočítať alebo kvantifikovať.

Bez pustenía sa do pravdepodobnostného prístupu, kvalitatívny prostriedok na uvedenie úrovne odolnosti konkrétneho projektu na zabezpečenie bezpečnostných funkcií môže stále tkvieť v definícii úrovne odolnosti, ako to robia v niektorých krajinách. Príkladom sú: úroveň redundancie (žiadna redundancia, kritérium jednoduchej poruchy, kritérium n+2 alebo viac), úroveň diverzity, atď.

Hraničné efekty a potrebný čas

Hlavnými opatreniami požadovanými v špecifikáciách ENSREG pre záťažové testy sú hraničné efekty a určenie času na ich riešenie. Tieto hraničné efekty boli vo väčšine prípadov poskytnuté v správach alebo sa získali počas partnerskej previerky. Vo väčšine prípadov sa aplikoval konzervatívny prístup na výpočet potrebného času súvisiaci s identifikovanými hraničnými efektmi. Tento konzervatívny prístup niekedy vyústi do relatívne krátkych časov. Avšak reálne časy na zvládnutie, ktoré sú k dispozícii môžu byť dlhšie (niekedy dokonca dosť výrazne). Priame a objektívne porovnanie takýchto hodnôt by vyžadovalo zvolenie rovnakej úrovne konzervativizmu pre súvisiace predpoklady a výpočty. Napriek tomu, tu je základným bezpečnostným kritériom identifikovať hraničné efekty a kedy sa vyskytnú, ale tiež uviesť zabezpečenia za účelom zabránenia týmto hraničným efektom alebo na zvýšenie odolnosti elektrárne. V dôsledku toho, časť výsledkov záťažových testov bola dôkazom, že primerané opatrenia vo forme modifikácií elektrárne sa dajú a budú prijímať v rámci času potrebného na ich zvládnutie, bez ohľadu na zvolenú úroveň konzervativizmu.

Komplexnosť hodnotenia bezpečnosti

Všeobecne sa uznáva, že národné správy a prezentácie krajín počas tematického posudzovania sa snažili poskytnúť komplexné posúdenie bezpečnosti. Ak niektoré (alebo časti) nainštalovaných systémov, ktoré sa pripisujú bezpečnostnému argumentu pre konkrétnu elektrárňu možno nespĺňajú všetky najmodernejšie požiadavky (často z historických dôvodov), je zabezpečené, aby bola poskytnutá dostatočná ochrana do hĺbky inými systémami.

Primeranosť / úroveň detailu v národných správach

Veľké jadrové krajiny a/alebo krajiny s mnohými elektrárňami rôznych projektov majú tendenciu podávať správu na báze typu projektu namiesto poskytnutia kompletnej sady údajov špecifických pre danú elektrárňu a výsledkov analýz. Toto vyústilo do žiadostí o objasnenie počas tematických posudzovaní a podľa potreby počas návštev v jednotlivých krajinách.

6.2.2 Hlavné výsledky k bezpečnostným rezervám a hraničným efektom

V rámci EÚ existuje niekoľko modelov reaktorov, každý s určitými špecifickými konštrukčnými prvkami. Ich bezpečnostné rezervy závisia od redundancie a rozmanitosti zariadenia a súvisiacou ochranou do hĺbky. Avšak pre účely záťažových testov boli tieto bezpečnostné rezervy vyhodnotené, napríklad čas počas ktorého sa AZ môže odkryť, ak sa neprijmú protopatrenia. Pri posudzovaní týchto rezerv treba poznamenať, že elektrické napájanie a UHS sú zabezpečené niekoľkými redundantnými a diverznými systémami. Okrem toho, v niektorých elektrárňach, ďalšiu vrstvu ochrany poskytujú buď stacionárne systémy alebo mobilné zariadenia, ktoré sú spôsobilé na prevádzku pri očakávaných vonkajších podmienkach. Tieto systémy ochrany pomáhajú zabezpečiť požadované bezpečnostné funkcie dokonca aj vtedy, ak dôjde k strate všetkých záložných zariadení súvisiacich s bezpečnosťou.

Vzhľadom na špecifické konštrukčné prvky, niektoré modely reaktorov majú podľa zistení väčšie rezervy ako iné. Avšak dôležitý faktor, ktorý treba zvážiť je, či sa dajú realizovať efektívne protopatrenia v rámci času, ktorý je k dispozícii, aby sa zabránilo poškodeniu AZ. V niektorých prípadoch je hraničný efekt zjavný v tom, že sa zdá, že by mohol byť nedostatok času na realizáciu protopatrení berúc do úvahy podmienky ENSREG pre záťažové testy. Avšak toto nevyhnutne neznamená, že hraničný efekt by automaticky viedol k poškodeniu AZ z dôvodu použitého konzervatívneho prístupu. Okrem toho, identifikované opatrenia sú určené na vylepšenie tejto situácie.

Bezpečnostné rezervy a hraničné efekty sa počítali pre rôzne scenáre straty bezpečnostných funkcií, tak ako to bolo špecifikované v špecifikáciách pre záťažové testy. Analyzovali sa LOOP, strata všetkých zdrojov striedavého napájania (SBO), strata UHS a SBO v kombinácii so stratou UHS. Rezervy a hraničné efekty, ktoré vznikli z najkritickejších situácií sú popísané nižšie.

Reaktor - LOOP

LOOP sa považuje za súčasť úvodného projektu pre všetky elektrárne a riadi sa prostredníctvom celej škály redundantných a diverzných prostriedkov. Typické je, že elektrické napájanie sa dostáva do elektrárne cez niekoľko nezávislých elektrických rozvodov. Okrem toho, v niektorých elektrárňach, v závislosti od ich modelu a prevádzkových skúseností, je tu vierohodná možnosť prevádzky z vlastnej spotreby. Ak toto zlyhá, sú tu redundantné záložné núdzové DG, prídavné DG, plynové turbíny, určené vodné elektrárne a iné elektrárne, ktoré môžu poháňať elektrické zbernice určené pre bezpečnosť elektrárne. Z pohľadu bezpečnostných rezerv, núdzové zdroje energie (diesel/ generátor s plynovou turbínou) dokážu zvyčajne poskytnúť elektrinu na cca 72 hodín (podľa špecifikácií ENSREG pre záťažové testy) až na 8 dní a niekedy aj dlhšie. Toto závisí od zásob spotrebného materiálu (palivo, mazací olej, plyn, atď.) dostupného na lokalite. Mimo tohto sa predpokladá, že ďalšie zásoby by sa museli doviezť z mimo lokality.

Reaktor - SBO

Analýza ukázala, že pokiaľ ide o bezpečnostné rezervy, SBO je limitný prípad pre väčšinu reaktorových blokov. Izolovaná strata UHS, čo je obvykle voda alebo atmosféra, nevedie k rýchlemu zahriatiu AZ reaktora, hoci to môže byť limitný prípad v dlhšom časovom horizonte (dostupnosť chladiaceho média).

Pri veľkom tlakovodnom reaktore (PWR), ktorý je pred iniciačnou udalosťou na výkone, SBO by obvykle viedol k zahriatiu AZ po cca 1-4 hodinách, ak sa nerealizujú žiadne protiopatrenia. Pri malom PWR, by zahriatie AZ trvalo cca 10 hodín a pri zdokonalenom plynom chladenom reaktore (AGR) by to bolo viac ako 10 hodín, znova za predpokladu, že neboli realizované žiadne protiopatrenia. Pri niektorých modeloch varných reaktorov (BWR) SBO by viedol k zahriatiu AZ¹⁰ do 30-40 minút, ak neboli prijaté žiadne protiopatrenia.

Tiež bolo odpozorované, že reaktory typu PWR sú náchylné na relatívne rýchle ohriatie AZ, ak je reaktor otvorený niekoľko dní po odstavení (pre výmenu paliva). V takomto prípade je zahriatie AZ obvykle v škále od jednej do troch hodín (bez protiopatrení). Najmä časy k dispozícii na zvládnutie sa zdajú byť podstatne znížené pri prevádzke v režime odvodu zostatkového tepla a odporúča sa, aby regulátori podporovali prevádzkovateľov, aby našli spôsob ako minimalizovať takéto prevádzkové podmienky.

Bazény na vyhorené palivo - SBO

Taktiež boli analyzované bezpečnostné rezervy pre bazény na vyhorené palivo (SFP), ako aj skladovacie zariadenie na vyhorené palivo (SFSF). Všeobecne pre BSVP je SBO najviac limitujúci scenár. Napriek tomu, ak je k dispozícii voda a je možné ju dopraviť do BSVP, chladenie odparovaním je efektívne a podmienky nie sú kritické.

V najhoršom prípade, kedy sa celá AZ vyloží do BSVP bez doplnenia, palivo sa môže odkryť za cca 7-9 hodín. Analýza ukazuje, že pre dočasné SFSF, ktoré skladujú palivo s nízkym tepelným rozkladom, sú bezpečnostné rezervy pre UHS aj SBO v rozmedzí niekoľkých dní, dokonca aj keď sa neprijmú žiadne protiopatrenia.

Batérie - SBO

Batérie hrajú dôležitú úlohu v prípade SBO, pretože zabezpečujú minimálnu prevádzkyschopnosť niektorých malých zariadení dôležitých pre bezpečnosť, monitorovanie parametrov elektrárne a núdzové osvetlenie. Zistilo sa, že typická doba vybíjania batérie je v rozmedzí 1-3 hodín. Avšak po skúškach niektoré elektrárne tiež potvrdili, že táto doba vybíjania je konzervatívny odhad a že reálne je oveľa dlhšia, napr. 6-9 hodín.

Takisto treba poznamenať, že v niektorých elektrárňach je možné napájanie jednosmerným prúdom (DC) zabezpečiť dobíjacími staničnými batériami cez malé DG alebo dokonca záložné staničné batérie, ktoré sa dajú napojiť na DC zbernicou cez dočasné káblové prepojenia.

¹⁰ Ohrievanie AZ znamená, že teplota paliva presiahne hodnotu danú bezpečnými prevádzkovými limitmi a podmienkami. Následne sa môže očakávať výskyt prvých znakov poškodenia paliva, ako napr. strata integrity plášťa palivovej tyče.

Tesnenie hlavného cirkulačného čerpadla (RCP) - SBO

Integrita tesnenia RCP môže byť porušená v prípade SBO, keď nastane strata chladenia. Obvykle sa integrita tesnenia RCP dá zabezpečiť na niekoľko hodín bez chladenia. Niektoré elektrárne hlásili, že tesnenia RCP dokážu zachovať integritu počas 24 hodín. Taktiež bolo nahlásené, že niektoré modely tesnení RCP zabezpečia integritu dokonca i bez chladenia.

Vetranie - SBO

Zistilo sa tiež, že strata vetrania môže byť limitným prípadom v dlhšom časovom horizonte (niekoľko hodín), pretože niektoré zariadenia sa môžu prehriať a následne zlyhať.

Protiopatrenia

Treba zdôrazniť, že elektrárne obvykle majú protiopatrenia, ktorými sa vedú vysporiadať s vyššie uvedenými podmienkami, menovite SBO a stratou UHS. Bezpečnostné rezervy uvedené vyššie sa dajú podstatne zvýšiť a hraničným efektom sa dá dokonca vyhnúť. Napríklad, použitím dieselom poháňaných pomocných/havarijných čerpadiel na napájajúcu vodu na napájanie parných generátorov (napúšťanie a vypúšťanie), celková doba pred stratou integrity pláňa paliva je viac ako 72 hodín. Toto je možné výrazne predĺžiť so systémami, ktoré sú už k dispozícii na lokalite na cca 8-10 dní použitím nezávislých dieselom poháňaných čerpadiel zo systému požiarnej vody.

Na zvládnutie SBO situácie pri BWR (vybavenom chladiacim systémom pre izoláciu AZ reaktora (RCIC)), dostupnosť vody pre využitie v systémoch RCIC je viac ako 20 hodín. Para sa vypustí do kondenzačnej komory a napájanie môže pokračovať cez stacionárne alebo mobilné dieselové čerpadlá. Na niektorých elektrárnach je možné energiu z kondenzačnej komory uvoľniť cez filtrované odvetrávanie kontajneru ako scenár poslednej možnosti. Avšak v tomto prípade je nevyhnutné overiť (pozri 6.2.4) či ventily zlyhali v pozícii, v ktorej sú stále ovládateľné aj v podmienkach SBO. Toto nebol prípad pri havárii vo Fukušime.

Obvykle je sklad demineralizovanej vody na lokalite v skladovacích nádržiach pre kondenzát dostatočný na 72 hodín. Objem chladiacej vody, ktorý je k dispozícii na lokalite je dostatočný na zabezpečenie odvodu tepla z podstatných spotrebičov na viac ako 6-8 dní.

6.2.3 Silné bezpečnostné prvky

Z národných správ a z procesu partnerskej previerky bolo identifikovaných niekoľko silných bezpečnostných prvkov európskych JE. Očakáva sa, že tieto by boli nápomocné pri predchádzaní ťažkého poškodenia paliva v reaktore alebo v sklade vyhoreného paliva v prípade LOOP, SBO, straty UHS alebo straty UHS v kombinácii s SBO. Tieto sú k dispozícii v niektorých JE, ale nie nevyhnutne vo všetkých. Niektoré bezpečnostné prvky boli už v úvodnom projekte elektrárne, zatiaľ čo v iných prípadoch boli konkrétne bezpečnostné prvky pridané prostredníctvom modernizácie bezpečnosti počas rokov.

Zatiaľ čo silné bezpečnostné prvky a ich skutočné výhody sú úzko spojené s koncepciou projektu a/alebo konkrétnymi vyvinutými riešeniami, mnohé prvky môžu byť zaujímavé ako pridané vylepšenia. Napriek tomu, niektoré silné bezpečnostné prvky v jednom z modelov nemusia byť potrebné alebo dokonca ani

realizovateľné pri iných projektoch, pretože podobné funkcie sú riešené odlišnými spôsobmi. Napriek tomu môžu elektrárne, ktoré nemajú konkrétne prvky zvážiť ich pridanie, ako možné bezpečnostné vylepšenia, podľa konkrétnych potrieb a kompatibility s pôvodným projektom.

Zváženie silných bezpečnostných prvkov priamo súvisí s konkrétnymi scenármi udalostí, ktoré sa uvažujú. V súlade s koncepciou ochrany do hĺbky boli elektrárne pôvodne projektované s niekoľko vrstvovou ochranou. V niektorých elektrárňach boli bezpečnostné prvky pridané neskôr, aby sa posilnilo týchto niekoľko vrstiev.

Bezpečnostné prvky navrhnuté tak, aby minimalizovali prerušenie prevádzky ako dôsledok straty elektrického napájania, zahrňujú schopnosť hlavného generátora zvládnuť odstránenie záťaže a stabilizáciu vlastnej spotreby (ktorá sa v niektorých krajinách pravidelne testuje), viacnásobné prepojenia na sieť na rôznych napäťových hladinách, vrátane zabezpečeného prepojenia (napr. podzemný kábel) na sieť, ktorá sa nachádza v určitej vzdialenosti. Toto je posilnené dohodami (ktoré nahlásili niektoré krajiny), v ktorých je prevádzkovateľ siete zmluvne alebo inak zaviazaný zabezpečiť spoľahlivosť siete, ako aj dať prioritu pre obnovenie dodávky energie do JE. Odolné bezpečnostné prvky špecifické pre danú lokalitu zahrňujú priame a/alebo vyhradené prepojenie (oddelené od siete alebo vlastnej rozvodne elektrárne) do blízkej vodnej elektrárne alebo elektrárne na plyn, ktorá má schopnosť štartu z tmy.

Pre scenáre s kompletnou a neobnoviteľnou LOOP, všetky projekty sa spoliehajú na viacnásobné redundancie vyhradených a vymedzených kvalifikovaných zdrojov elektrického napájania, hlavne DG a plynové turbíny. Silné bezpečnostné prvky zahrňujú kvalifikáciu zariadení a jeho umiestnenie pre celú škálu udalostí, vrátane nadprojektových seizmických udalostí a nadprojektových záplav, ale tiež garantovali a pravidelne overovali dostupnosť paliva a mazacieho oleja. Niektoré projekty zahrňujú ďalšie vrstvy úplne nezávislých zdrojov energie (DG), aj keď sú často vyhradené pre konkrétne funkcie (ako napríklad nabíjanie batérií) a nemajú plnú kapacitu ako primárne zdroje.

V scenároch SBO, ktoré boli analyzované ako súčasť záťažových testov (čo sa javí byť ako veľmi nepravdepodobné na všetky lokalitách JE), dochádza k strate všetkých vyhradených a núdzových zdrojov striedavého prúdu. V takýchto prípadoch sa všetky elektrárne spoliehajú na zdroje jednosmerného prúdu (batérie) súvisiace s bezpečnosťou, aby sa umožnila prevádzka ovládacieho zariadenia (napr. pohony ventilov), bezpečnostného prístrojového vybavenia a núdzového osvetlenia. Silné bezpečnostné prvky, ktoré boli identifikované zahrňujú vysokú kapacitu týchto batérií (až do 12 hodín), postupy pre odstraňovanie záťaže (aby sa predĺžila životnosť batérií; bolo nahlásené predĺženie až do 20 hodín), ako aj pravidelné a vymedzené skúšanie batérií, aby sa zaistila ich kapacita v podmienkach havárie. Jeden silný bezpečnostný prvok je stále monitorovanie stavu batérií a takýmto spôsobom zabezpečovať plnú kapacitu na čas, kedy vznikne potreba.

Pre situáciu, kedy nie je k dispozícii ani zdroj striedavého ani jednosmerného prúdu, pozitívne bezpečnostné prvky boli hlavne doplnky. Mnohé elektrárne nahlásili celú škálu mobilných zdrojov energie z DG vyhradených pre nabíjanie batérií alebo pohon konkrétnych čerpadiel (napr. na napájajúcu vodu alebo úžitkovú vodu), zvyčajne niekoľko sto kW, namontovaných na transportných podvozkoch, a prívesoch. Silné bezpečnostné prvky zahrňujú napríklad nádrže na palivo a káblové cievky namontované

na podvozkoch príviesoch s DG, ako aj vopred zriadené prípojky postupy ako pripojiť (zbernica s konkrétnym výkonom, prevádzkové spínače a vypínače na odpojenie menej dôležitých záťaží) a tiež cvičenia, ktoré zahrňujú celé sekvencie (od privezenia príviesu s DG na lokalitu, po zapojenie a napájanie vyhradených spotrebiteľov). Dôležitým a niekedy opomínaným pozitívnym bezpečnostným prvkom je prax skladovania mobilného zariadenia v priestoroch, ktoré sú odolné voči deštrukcii, ktorá by mohla byť spôsobená seizmickou udalosťou, záplavou alebo iným vnútorných alebo vonkajším vplyvom.

Pre scenáre SBO spôsobené deštrukciou, ktorá je (často) nad pôvodný úvodný projekt, množstvo elektrární sa rozhodlo inštalovať "hardened core" zariadenia a organizačné opatrenia alebo systémy v zabezpečených kobkách, ktoré majú svoje vlastné zdroje napájania s vyhradenou rezervou paliva, vyhradenými čerpadlami s nezávislými zdrojmi vody, svojím vlastným meraním a reguláciou. Konštrukcia vyhradeného systému v kobke sa odlišuje, odrážajúc potreby pôvodného projektu elektrárne a špecifické identifikované riziká, atď. V týchto kobkách je jedna alebo viacnásobné redundancie. Niektoré z kobiek sú plne odolné voči celej škále vonkajších hrozieb, zatiaľ čo iné majú vyhradené dodávky vody ponúkajúce dlhodobú nezávislosť. Vo všetkých prípadoch sú systémy na báze kobiek oddelené a nezávislé od bezpečnostných systémov elektrárne.

Na zvládnutie strát hlavného UHS sa využívajú rôzne projektové prvky. Pozitívne prvky zahrňujú viacnásobné (a veľké) rezervy vody, ako sú napríklad vyhradené nádrže (napr. seizmicky odolné), veľkokapacitné bazény (napr. odvodom tepla zo systému TVD rozprašovaním), vyhradené studne (s vlastnými, nezávisle napájanými čerpadlami), ako aj dohody na získanie vody z blízkych jazier (s použitím cisternových áut alebo požiarnych hadíc). Špeciálne navrhnuté hlavné chladiace vypúšťacie kanále, ktoré zadržia veľké množstvo vody ak sa stratí UHS, sú medzi týmito pozitívnymi prvkami. Silný bezpečnostný prvok je použitie ovzdušie ako UHS, napríklad s vyhradenými chladiacimi vežami (s bezpečnostnou triedou) alebo nádržami na rozprašovaciu vodu.

Pre scenáre LOOP/SBO, ale tiež pre stratu UHS ponúka zachovanie vstrekovania vody do reaktorov a/alebo parných generátorov (SG)/izolačných kondenzátorov dokonalý prostriedok pre chladenie AZ.

Boli identifikované diverzné a rôznorodé systémy na výkon tejto funkcie, vrátane elektrickej energie – nezávislé turbínou poháňané čerpadlá, opatrenia pre gravitačné napájanie (spojené s otvorením vybraných ventilov), vyhradené dieselové čerpadlá, ako aj predinštalované prípojky pre externé napájanie, ako napríklad z požiarnických cisterien na lokalite. Pri využití požiarnických cisterien identifikované pozitívne bezpečnostné prvky zahrňujú vopred zriadené prípojky, opatrenia a cvičenia na samotné zriadenie prípojky pre napájanie PG.

Pozitívne bezpečnostné prvky boli identifikované vo vzťahu na BSVP. Tieto zahrňujú bazény obsahujúce veľké objemy vody, konštrukcia bazénu so zabránením odvodňovaniu, robustná konštrukcia, použitie oporného rámu vyrobeného z boritej ocele, aby sa umožnilo chladenie čerstvou (neborovanou) vodou bez toho, aby sa bolo treba obávať možného obnovenia kritickosti. Ostatné odolné bezpečnostné prvky zahrňujú redundantné a nezávislé chladiace systémy BSVP, vyhradenú externú prípojku na zabezpečenie napájania pre BSVP, od napájania nezávislé monitorovacie zariadenia, ako aj postupy a cvičenia na obnovenie chladenia BSVP a /alebo inventár zahrnutý do núdzových postupov elektrárne.

Celkovo vzaté, záverom partnerskej previerky bolo, že mnohé európske JE majú množstvo silných bezpečnostných prvkov, ktoré by zabránili vzniku havárií, dokonca aj tým, ktoré boli iniciované rizikami s nízkou pravdepodobnosťou. Silné bezpečnostné prvky a ich úlohy sa líšia v jednotlivých modeloch a často sú závislé na veku modelu a aké konkrétne riziká by mali pokryť. Zatiaľ čo niektoré silné bezpečnostné prvky sú vlastné projektu (napr. niektoré reaktory majú veľké množstvá vody; niektoré projekty sa spoliehajú na fyzicky rozdielne zariadenia; iné na viacnásobné redundancie a fyzické oddelenie; niektoré konštrukcie sú vybavené nepriepustnými tesneniami čerpadiel primárneho okruhu, zabraňujúce stratám chladiva), zatiaľ čo iné môžu prevádzkovatelia JE za určitých okolností zopakovať inde (niečo z tohto, ako je uvedené v nasledovných odsekoch, sa už aj deje).

Vďaka obozretným úvodným projektom a zvlášť vyhradeným bezpečnostným vylepšeniam, ktoré boli počas rokov realizované, európske elektrárne ako celok sa môžu považovať za také, ktoré majú viacnásobné silné bezpečnostné prvky, ktoré by zabránili zhoršeniu a to aj za veľmi nepravdepodobných scenárov katastrof, ako napríklad tie, ktoré boli hodnotené záťažovými testami EÚ.

6.2.4 Oblasti pre zvýšenie bezpečnosti a možné opatrenia na zvýšenie odolnosti

Tak ako to bolo uvedené v predchádzajúcej časti, mnohé pozitívne bezpečnostné prvky boli identifikované na elektrárňach po celej Európe. Niektoré z nich sú vlastné pre projekt (veľký objem vody v PG, viacnásobné zdroje energie, atď.), zatiaľ čo iné boli pridané ako bezpečnostné vylepšenia v priebehu rokov. Tieto bezpečnostné vylepšenia sa mohli zaviesť na napravenie zistených nedostatkov projektu, na vyriešenie zistení z analýz zraniteľnosti jednotlivých elektrární alebo ako reakcia na nové požiadavky, ktoré boli vydané pri zvažovaní “najmodernejších” požiadaviek, zavedených v rámci PSR (ktoré je povinné pre všetky JE v Európe).

Napriek tomu, projektanti elektrární a prevádzkovatelia mali niekoľko možností a vybrali si riešenia, ktoré sú často špecifické pre projekt alebo pre špecifickú lokalitu. Preto sú k dispozícii rôzne bezpečnostné prvky na zvládnutie podobných scenárov. Silné bezpečnostné prvky pre jednu elektráreň by nemuseli byť nevyhnutne podobne “silným” bezpečnostným prvkom, keď sa prenesie na inú elektráreň. Výber prvkov je v konečnom dôsledku špecifický pre elektráreň/projekt a lokalitu a výhody a nevýhody treba starostlivo zvážiť ešte pred jeho prenesením.

Proces posudzovania predsa len identifikoval oblasti pre bezpečnostné vylepšenia, ktoré budú pravdepodobne aplikovateľné pre širšiu škálu elektrární prevádzkovaných v Európe. Zatiaľ čo niektoré z nich sú už na elektrárňach nainštalované, tie elektrárne, kde zatiaľ neboli realizované, z dôvodu kompatibility s konceptom projektu a usporiadaním, by mali zvážiť ich pridanie. Očakáva sa, že takéto vylepšenia a opatrenia zvýšia odolnosť elektrární, dokonca nad už tak vysokú úroveň bezpečnosti identifikovanú počas záťažových testov. Treba zdôrazniť, že zvýšená odolnosť sa dá dosiahnuť rôznymi spôsobmi, takže bezpečnostné vylepšenia nie sú všetko zahrňujúci zoznam, ktorý sa má zadať ako povinný pre každú elektráreň. V skutočnosti by bezpečnostné vylepšenia ako najdôležitejšie doplňovali projektové prvky, podporovali tie, ktoré sú silné a naprávali identifikované nedostatky.

Odolnosť napájania striedavým prúdom

Zlepšenie dostupnosti zdrojov napájania na lokalite a mimo lokality je zásadným prvkom zvýšenia robustnosti JE a jej odolnosti voči rôznym vnútorným a vonkajším iniciátorom. Zatiaľ čo mnohí prevádzkovatelia už zaviedli konkrétne opatrenia, doplnením zariadení a postupov na zvýšenie odolnosti, ešte stále sú možné špecifické vylepšenia a v niektorých prípadoch sú aj opodstatnené. Bezpečnostné vylepšenia zahŕňujú vylepšenia siete prostredníctvom dohody s prevádzkovateľom siete o rýchlej obnove napájania z mimo lokality, ale taktiež prostredníctvom zvýšenia a/alebo posilnenia elektrických prípojok mimo lokality alebo zabezpečenie schopnosti štartu z stavu úplného výpadku elektrickej energie pre plynové alebo vodné elektrárne nachádzajúce sa na lokalite alebo v jej blízkosti. Toto môže zahŕňovať vylepšené vysokonapäťové izolátory (v rozvodni alebo mimo lokality) ako náhrada za štandardné keramické prvky s plastom alebo iným materiálom, ktorý je odolný voči seizmickej udalosti. Využitie znižovania výkonu generátora na prevádzku z vlastnej spotreby môže zvýšiť odolnosť, ale môže tiež zvýšiť špecifické riziko problémov s reguláciou napätia. Pred zavedením takéhoto usporiadania je nutné dobre porozumieť rizikám. Ďalšie zvyšovanie robustnosti by sa dalo dosiahnuť pridaním vrstiev núdzového napájania (ako to už niektoré elektrárne aj urobili) ale tiež pridaním špecifických, nezávislých, vyhradených záložných zdrojov.

Dostupnosť zásoby paliva a vody

Preverovanie počas záťažových testov odhalilo, že mnohé elektrárne už aj teraz majú zásoby paliva a vody na lokalite, ktoré by zabezpečili prevádzku bezpečnostných systémov (a mobilných zariadení) na celé dni bez doplnenia zásob. Napriek tomu v niektorých elektrárňach môže byť palivo k dispozícii, ale bolo by potrebné pridať ďalšie systémy na dopravu paliva k užívateľom (ktoré nemusia byť k dispozícii napríklad pre nedostatok energie). Systematické preskúmanie a podľa potreby vylepšenia v dostupnosti paliva na lokalite a opatrenia na doplnenie zásob z mimo lokality zvýšia odolnosť. Je potrebné venovať pozornosť ostatnému spotrebnému materiálu, ako sú napríklad mazacie oleje, čo môže byť kritické pre veľké DG. To isté platí aj pre dostupnosť vody, po prvé pokiaľ ide o fyzickú dostupnosť v rôznych umelých a prírodných skladov, ale rovnako dôležité je vykonať systematické vyhodnotenie, aby sa zabezpečilo, že zariadenia a prostriedky sú k dispozícii na zabezpečovanie vody na miesta a pre zariadenia, kde je to potrebné. Je nutné zaviesť kompletný reťazec berúc do úvahy zariadenia, postupy, sledovanie a cvičenia, aby sa zabezpečila robustnosť.

Funkčné oddelenie a nezávislosť

Zatiaľ čo v mnohých prípadoch bola identifikovaná a už aj napravená nezávislosť dôležitých komponentov od ostatných systémov (napr. chladiaca voda pre čerpadlá a DG) je to dôležitá otázka pre zvýšenie odolnosti. Niektoré elektrárne zaviedli modifikácie (napr. záložné chladenie pre DG požiarou vodou), zatiaľ čo iné možno zvažujú bezpečnostné vylepšenia týkajúce sa funkčnej nezávislosti a oddelenia. Ďalším bezpečnostným vylepšením je zabezpečenie náhradného odvodu tepla, nezávislého od hlavného napájania striedavým prúdom.

Zabezpečenie mobilných zariadení pre elektrické napájanie a zásobovanie vodou pre doplňovanie a chladenie

Dostupnosť mobilných zdrojov napájania alebo prostriedkov na zásobovanie vodou je prvkom, ktorý zvýši odolnosť, zvlášť v situáciách, ktoré sú (výrazne) BDB, kedy je napadnutá vlastná odolnosť elektrární. Mnohé elektrárne už majú rôzne mobilné zariadenia, vrátane DG a čerpadiel na podvozkoch/prívesoch, vyhradené požiarné autá, atď., vrátane bodov pripojenia a postupov ako používať mobilné jednotky. Napriek tomu je nutné urobiť systematický výber a získať zariadenia, ktoré by poskytovali celú škálu výkonových a tlakových hladín a ktoré by boli bezpečne uložené na lokalite a/alebo mimo lokality, čo zvýši robustnosť. Preprava a jednoduché a rýchle pripojenie mobilných zariadení, vrátane správneho fungovania (berúc do úvahy zásobovanie palivom, nezávislosť ale aj organizácia a postupy) sa má zabezpečiť vhodným dizajnom v strede elektrárne alebo lokality a pravidelným skúšaním po inštalácii. Po začlenení mobilných zariadení do sledovania elektrárne vo vzťahu na bezpečnosť sa môže zvýšiť pohotovostná schopnosť a teda aj robustnosť. Podstatné je, aby boli body pripojenia pre DG, batérie, body pre vstrekovanie vody/potrubia (napr. pre BSVP) vopred zriadené a mali voľný prístup.

Odolnosť napájania jednosmerným prúdom (batérie)

Napájanie jednosmerným prúdom je takmer pri všetkých projektoch podstatným zdrojom energie pre monitorovanie a reguláciu. Odolnosť elektrárne, v závislosti od špecifik projektu a usporiadania, by sa dala zvýšiť zlepšením doby vybitia batérií. Doba vybitia batérií sa dá predĺžiť modernizáciou jestvujúcej batérie alebo výmenou za iný typ (čoho ďalšou výhodou by bolo zvýšenie odolnosti voči zlyhaniu spôsobeným poruchou so spoločnou príčinou), zabezpečením náhradných batérií alebo zrealizovaním dobre pripravených stratégií na znižovanie zaťaženia. Čo tiež prispieva k odolnosti je pravidelné testovanie reálneho zaťaženia a on-line monitorovanie stavu batérií. Niektoré elektrárne už zvýšili odolnosť prostredníctvom vyhradených možností dobitia (napr. s použitím prenosných generátorov).

Meranie a monitorovanie

Vo väčšine prípadov systémy merania (a regulácie) vyžadujú neprerušiteľný zdroj napájania (buď priamo jednosmerným prúdom alebo striedavým prúdom zálohovaným batériami). V prípade SBO a následnom vybití batérií sa meracie a monitorovacie systémy tak môžu stať nefunkčnými. Niektoré elektrárne pri zavádzaní opatrení SA sa zaviazali inštalovať samostatné meranie a/alebo zdroje napájania, aby umožnili monitorovanie podstatných parametrov za každých okolností. Počnúc overením dostupnosti merania v konkrétnych SBO a straty sekvencie jednosmerného napájania by sa bezpečnostné vylepšenia dali dosiahnuť a odolnosť posilniť nainštalovaním doplnkových zdrojov napájania a / alebo ďalšieho merania, ktoré je založené na jednoduchých fyzikálnych princípoch (napr. pasívna teplota, snímač tlaku).

Schopnosť/stratégia riešenia havárií, ktoré vznikli súbežne na všetkých elektrárňach na lokalite

V prípade udalosti spôsobenej vonkajšou hrozbou sú zraniteľné hlavne lokality s viac-blokovým usporiadaním, keďže zdroje sa musia podeliť. V niektorých prípadoch hodnotenie vnútorných iniciátorov nebralo do úvahy dostatok zariadení a pracovníkov na zvládnutie výziev spojených s viacerými blokmi. Zaistenie pripravenosti a dostatočných zásob na zvládnutie udalostí postihujúcich všetky bloky na lokalite by zvýšilo odolnosť. Niektoré elektrárne nahlásili realizáciu vylepšení v tomto ohľade (ako napr. pridanie mobilných zariadení a požiarnických áut) a navýšili počet zaškolených a kvalifikovaných pracovníkov.

Ostatní by mali zväžiť znova sa pozrieť na ich úroveň pripravenosti a zavedenie bezpečnostných vylepšení.

Zabezpečené cesty prístupu k elektrickému prúdu v podmienkach SBO

Strata striedavého napájania, ale ešte viac jednosmerného napájania a regulačného vzduchu môže viesť k situácii, v ktorej už nie je možná prevádzka kritických zariadení (hlavne ventilov). V niektorých prípadoch môžu zariadenia prejsť do vopred určeného "bezpečného stavu", ale tento bezpečný stav nie je nevyhnutne ten, ktorý sa požaduje na zabezpečenie bezpečnosti za konkrétnych podmienok (napr. izolácia kontajneru pomocou bezpečného zlyhania uzatvorením ventilov napájacej vody zabráni sekundárnemu dopĺňaniu a odpúšťaniu, ktoré využíva potrubia napájacej vody). Zvýšenú odolnosť je možné dosiahnuť zlepšením a rozšírením dostupnosti jednosmerného napájania a regulačného vzduchu (napr. nainštalovaním ďalších alebo väčších akumulátorov na ventily), ale tiež zabezpečením, aby sa stav v ktorom tieto ventily zlyhajú pri strate ovládania starostlivo zvažoval, aby sa maximalizovala bezpečnosť. Teda odolnosť by sa mohla zlepšiť systematickou analýzou dôsledkov a podľa potreby, zmenou logiky, aby sa zabezpečilo, že bezpečnosť sa starostlivo zvažuje a maximalizuje.

Mnohé z ovládacích prvkov by sa ako posledná možnosť dali ovládať ručne. Avšak SBO a/alebo strata jednosmerného napájania môže viesť k zablokovaniu prístupu, ak sú turnikety elektricky ovládané alebo elektricky zaistené. Je potrebné vykonať systematické posúdenie možností pre prístup ku kritickým zariadeniam v situáciách straty napájania. Prístup ku kritickým zariadeniam za každých okolností zvýši odolnosť elektrární.

Riziko stavu odstavenia z prevádzky/ prevádzka v režime odvodu zostatkového tepla

Hoci to už bolo dobre známe z rôznych bezpečnostných štúdií, stav odstavenia a zvlášť prevádzka v režime odvodu zostatkového tepla je pre mnohé projekty tým najnepriaznivejším stavom v prípade SBO. Odolnosť by sa dala zvýšiť prostredníctvom systematickej analýzy stavu odstavenia/ prevádzky v režime odvodu zostatkového tepla, aby sa zredukoval alebo potlačil tento prevádzkový režim a/alebo zvýšila bezpečnosť pridaním vyhradeného hardware alebo postupov/cvičení. Využitie iných dostupných zdrojov vody (napr. z hydroakumulátorov) môže umožniť dlhšiu prevádzkovú dobu a tak zvyšovať robustnosť. Vyžadovanie dostupnosti PG počas operácií odstavenia, ale taktiež dostupnosť napájacej vody vo všetkých režimoch až do studeného odstavenia (režim 5) by priamo zvýšilo robustnosť niektorých projektov.

Ostatné špecifické otázky

Boli identifikované početné oblasti pre bezpečnostné vylepšenia, ktoré nespádajú ani do jednej z kategórií, o ktorých sa pojednáva vyššie a v niektorých prípadoch už boli realizované. Napriek tomu by systematické prešetrovanie so zavedením špecifických vylepšení, ak budú možné a ak sú odôvodnené, mohlo ďalej zvýšiť odolnosť elektrární. Toto zahŕňa zvažovanie používania teploty odolných (nepriepustných) tesnení primárnych čerpadiel v niektorých projektoch, zvýšený výkon vetrania počas SBO, aby sa zabezpečila funkčnosť zariadení, ako aj analyzovanie a zvýšenie integrity BSVP

v podmienkach prehriatia/varu. Súvisiacou problematikou je možnosť odvetrania pary z budov, ktoré by mohlo byť zvlášť relevantné v prípade varu v BSVP. V prípade SBO a zvlášť pri strate jednosmerného napájania by prevádzkyschopnosť hlavnej dozorne (MCR), núdzovej dozorne (ECR) a havarijného riadiaceho strediska (ECC) mohla byť ohrozená. Keďže toto sú kľúčové miesta, kde sa vykonávajú kroky na zabránenie eskalácie a/alebo zmiernenie následkov, systematická analýza a následné zlepšenie by pridali na odolnosti elektrárne.

6.2.5 Opatrenia, o ktorých už prevádzkovatelia rozhodli alebo ich realizovali a/alebo sa vyžaduje ich sledovanie regulátorom

Prevádzkovatelia a regulátori identifikovali celú škálu opatrení na zabezpečenie zvýšenej ochrany pri udalostiach BDB. Niektoré z nich boli identifikované počas pravidelných PSR, zatiaľ čo iné boli definované v rámci záťažových testov. Väčšina opatrení, o ktorých už bolo rozhodnuté a v niektorých alebo v mnohých prípadoch boli aj realizované, sa týka dostupnosti zdrojov napájania, t.j. zabezpečenie mobilných zariadení.

Mnohé krajiny podali správu o ďalších opatreniach, ktoré sa už realizovali alebo sa pripravujú na realizáciu, vrátane vylepšení funkcie odvodu tepla (zvýšenie odolnosti UHS alebo zabezpečenie alternatívneho poklesu tepla), opatrení na zabezpečenie chladenia pri absencii striedavého napájania (napr. primárne alebo sekundárne napájanie a vypúšťanie), ale aj rôzne postupy pre zvýšenie funkčnosti konkrétneho zariadenia za nepriaznivých podmienok. Krajiny tiež nahlásili prebiehajúce činnosti, pri ktorých sa vyvíjajú zložitejšie programy modifikácií, ktoré majú byť schválené príslušnými regulátormi a realizované v ďalšom období.

Ďalšie opatrenia, ktoré už boli realizované alebo plánované, sa týkajú BSVP za účelom zabezpečenia zásob vody alebo chladenia. Napriek tomu boli nahlásené ďalšie opatrenia, ktoré sa pripravujú, vrátane zabezpečenia ďalších tepelných výmenníkov (napr. ponorené v BSVP), externej prípojky na doplňovanie BSVP (aby sa znížila potreba priblíženia sa spojená s vysokými dávkami v prípade, že hladina voda padne na veľmi nízku úroveň), atď. Ďalšie štúdie sa vzťahujú najmä na integritu BSVP a jeho vnútorného obalu v prípade varu (čo je BDB stav pre BSVP) alebo vonkajšieho vplyvu.

Opatrenia, ktoré boli identifikované a v mnohých prípadoch aj realizované zahrňujú garantovanú dostupnosť paliva a mazacieho oleja pre DG alebo plynové turbíny, prostriedok na prepravu paliva v rámci lokality (zo skladovacích nádrží do denných nádrží) a podobne. Zatiaľ čo sa vykonáva analýza, je možné, že v niektorých prípadoch bude potrebné vykonať ďalšie analýzy, aby sa optimalizovali prevádzkové doby pre tieto zdroje energie. Toto je obzvlášť relevantné pre mobilné zdroje, ktoré bude treba doplňovať, vzhľadom k tomu, že nádrže namontované na podvozku alebo prívese by zabezpečovali dostatok autonómie na niekoľko hodín a v každom prípade na menej ako jeden deň vo väčšine prípadov.

Mnohé elektrárne to identifikovali ako problém a už bolo rozhodnuté o realizácii alebo bolo iniciované posilnenie plôch, kde je uložené mobilné zariadenie. V niektorých prípadoch je mobilné zariadenie, vrátane hasičských vozidiel, umiestnené v požiarnych staniciach, ktoré často nie sú odolné voči seizmickej udalosti (alebo voči záplavám, ale vzhľadom k pomalšej povahe záplav je toto všeobecne menej problematické). Bolo rozhodnuté, že významná časť európskych elektrární bude realizovať

"hardened core" zariadenia a organizačné opatrenia, ktoré sú navrhnuté pre výrazne nadprojektové vonkajšie vplyvy.

Mnohé elektrárne nahlásili potrebu pre vyhradené dieselové čerpadlá pre primárne alebo sekundárne vstrekovanie, pre úžitkovú vodu/konečný odvod tepla alebo dokonca pre prepravu nafty. V niektorých prípadoch bolo zariadenie identifikované a obstarané. V iných prípadoch ešte treba realizovať obstaranie vyhradených čerpadiel, najmä vrátane výstavby vyhradenej prípojky s jednoduchým prístupom a jednoduchým ovládaním a zabezpečenej dostupnosti vody v nádržiach alebo iných zdrojoch (v takom prípade je potrebné zabezpečiť sací zdroj). Súvisiace analýzy majú hlavne rozhodnúť o optimálnej veľkosti a počte týchto mobilných čerpadiel a rozhodnúť o ich umiestnení na vhodné a zabezpečené stanoviská.

Ako všeobecná otázka, bude treba vyhodnotiť a zaviesť opatrenia na vylepšenia týkajúce sa zvýšenia odolnosti voči seizmickým udalostiam, záplavám alebo iným extrémnym podmienkam. V niektorých prípadoch bude možno treba prehodnotiť pôvodný úvodný projekt elektrárne. V takom prípade je potrebné vykonať analýzu možného vplyvu na DG, batérie, mobilné zariadenia a ich skladovanie, ako aj zásobníky paliva a nádrže na vodu. Bude treba realizovať akékoľvek potrebné vylepšenia.

Čo sa týka prevádzkyschopnosti ovládacieho zariadenia (hlavne ventilov) počas SBO, sú potrebné ďalšie analýzy, aby sa zabezpečilo, že sa nepreruší chladenie s použitím prirodzenej cirkulácie. V závislosti od výsledku možno budú potrebné ďalšie alebo náhradné prostriedky na prevádzkovanie ovládacích zariadení, zvlášť sú v tomto zahrnuté regulačné ventily pre napájaciu vodu a poistné ventily PG, bezpečnostné ventily pre hlavnú paru, izolácia ciest prúdenia cez kondenzátor, ventily na izoláciu kontajneru, ako aj ventily na znižovanie tlaku.

Vykonalo sa posúdenie náhradného/dodatočného poklesu tepla. V niektorých prípadoch sa možno bude vyžadovať podrobnejšia analýza. V dôsledku toho môžu byť potrebné aktuálne opatrenia, ktoré by napríklad zahrňovali vzduchom chladené chladiace veže, hlboké studne na lokalite alebo v blízkosti a/alebo nové alebo náhradné pevné alebo dočasné prípojky k nádržiam alebo iným vodným plochám.

Okrem zabezpečenia hardware sa vylepšenia môžu týkať postupov a pripravenosti pre narušené podmienky. Niektoré elektrárne nahlásili, že sa zvažujú postupy znižovania záťaže batérií. Za účelom vyvinutia postupu, ktorý by sa mohol dodržiavať v prípade SBO, by sa mohla urobiť systematická analýza špecifických záťaží batérií, berúc do úvahy rôzne scenáre. To isté platí pre štúdie o tom, ako doplniť PG s použitím náhradných prostriedkov, ako napríklad gravitáciou z medziahrievača alebo nádrží na napájaciu vodu, s použitím iných zdrojov vody (napríklad, kondenzačné veže v jednom modeli) alebo dokonca požiarne cisterny s čerpadlami namontovanými na hasičských vozidlách. Všetko toto by si možno vyžadovalo špecifické usporiadanie, vyhradené postupy a cvičenia pre pracovníkov, aby ich vedeli realizovať v prípade naliehajúcej situácie.

Možno budú potrebné ďalšie štúdie na zhodnotenie prevádzky v prípade rozsiahlych škôd, napríklad, následne po zemetrasení. Toto môže identifikovať potrebu rôzneho vybavenia (napr. buldozérovo) a plánov na to, ako uvoľniť trasu k najkritickejším lokalitám alebo zariadeniu. Logistika externej podpory

a súvisiacich opatrení (skladovanie zariadenia, využitie zdrojov národnej obrany, atď.) je ďalšou oblasťou, ktorá môže vyžadovať ďalšie štúdie a možné vylepšenia.

Taktiež je potrebné poznamenať, že v niektorých krajinách bol súbor najdôležitejších opatrení na zlepšenie definovaný ako "hardened core" zariadenia a organizačné opatrenia, ktoré sú schopné odolať nadprojektovým udalostiam, hoci stupeň, do ktorého sú spôsobilé ešte nebol rozhodnutý. Je možné, že budú potrebné analýzy na definovanie plného rozsahu zariadení a opatrení v "hardened core" tohto typu.

Akčné plány pre ďalšie analýzy a opatrenia na zlepšenia už boli definované alebo budú čoskoro navrhnuté vo všetkých krajinách. Všeobecným cieľom je vykonať zlepšenia čo najskôr, s počiatočným zameraním na tie opatrenia, ktoré sa dajú realizovať rýchlo, čím prinášajú okamžité výhody. Harmonogram pre dokončenie všetkých aspektov akčných plánov sa bude líšiť, v závislosti od dohodnutého rozsahu, naliehavosti opatrení a všeobecných plánov pre budúcu prevádzku.

6.3 Závěry a odporúčania z partnerskej preverky špecifické pre túto oblasť

Ako reakcia na špecifikácie ENSREG sa zvažovali nasledovné scenáre:

- strata vonkajšieho zdroja elektrického napájania (LOOP)
- úplná strata elektrického napájania (SBO)
- strata konečného odvodu tepla (UHS)
- strata primárneho UHS v kombinácii s SBO

Tieto scenáre sa posudzovali bez ohľadu na ich dôvod alebo frekvenciu. LOOP a strata UHS sa vyhodnocujú na všetkých JE, ktoré sú v súčasnosti v prevádzke. Následne sú elektrárne dobre chránené radom redundantných a diverzných systémov. SBO a strata UHS v kombinácii s SBO sú mimo pôvodného úvodného projektu pre väčšinu elektrární. Napriek tomu, prakticky všetky elektrárne majú (nejaké) prostriedky ochrany pre obe tieto situácie. V niektorých prípadoch sa ochrana zabezpečuje v prvom rade prostredníctvom fyzikálnych procesov (prirodzená cirkulácia, gravitačné napájanie, atď.), zatiaľ čo v iných prípadoch sa pridali technické systémy (napr. úplne nezávislé, plne napájané energiou a zásobované systémy umiestnené v dobre chránených kobkách).

Treba poznamenať, že v analýze záťažových testov sa neuvažuje s opravou alebo obnovou dodávky elektrickej energie alebo UHS, alebo využitím mobilného zariadenia na zabezpečenie nevyhnutných bezpečnostných funkcií. Výsledok týchto aspektov záťažových testov treba vidieť v tomto kontexte.

Na základe dôkazu z národných správ o záťažových testoch, prezentácií jednotlivých krajín, odpovedí na otázky a z návštev jednotlivých krajín je zjavné, že všetky JE sú v súlade s ich platnými povoleniami a sú dobre chránené voči všetkým projektovým haváriám. Vcelku sú elektrárne chránené do určitej miery voči nadprojektovým sekvenciám, ktoré boli hodnotené v rámci záťažových testov.

Preskúmanie národných správ a diskusie v rámci prezentácií krajín potvrdili, že všetky elektrárne už zanalyzovali potrebu prípadných bezpečnostných zlepšení ako dôsledok ponaučení z havárie vo Fukušime. Bol identifikovaný rad opatrení na vylepšenie a mnohé už boli zrealizované. Ďalšie analýzy sa robia, aby sa podporil program opatrení, ktoré majú byť realizované v budúcnosti, pod dohľadom národných regulačných orgánov. Akčné plány pre ďalšie analýzy a následnú realizáciu opatrení na zlepšenie už boli definované alebo budú čoskoro definované vo všetkých krajinách.

Proces preverovania zistil, že vo väčšine prípadov je projekt odolný, so silnými bezpečnostnými prvkami. Napriek tomu boli identifikované opatrenia na zlepšenie, aby sa ďalej zvýšila odolnosť a v mnohých elektrárňach už boli aj zrealizované alebo sa na nich pracuje. Proces preverovania taktiež identifikoval skutočnosť, že z dôvodu značných odchýlok v konceptoch projektu alebo v prvkoch, špecifik lokalít, ale takisto minulých prístupov k bezpečnostným modernizáciám a modifikáciám, nie všetky opatrenia na zlepšenie sú aplikovateľné pre všetky elektrárne. Aby to bolo čo najefektívnejšie, každá elektráreň musí zvážiť konkrétny rozsah opatrení a zaistiť, aby boli kompatibilné a dobre zintegrované do širších bezpečnostných a prevádzkových funkcií, podporujúce ochranu do hĺbky a zvýšenie odolnosti.

Avšak, s ohľadom na pridanú hodnotu a celkové bezpečnostné prínosy, bolo identifikovaných niekoľko oblastí širšieho záujmu. Odporúča sa, aby národné regulačné orgány zvážili nasledovné zistenia:

- 1) Dostupnosť a rôzne mobilné zariadenia s pripravenými rýchlymi prípojkami, postupmi pre pripojenie a použitie a zaškolením pracovníkov, aby vedeli takéto zariadenia používať. Je dôležité, aby sa zariadenie skladovalo na miestach, ktoré sú bezpečné a zabezpečené dokonca aj pre prípad všeobecnej deštrukcie spôsobenej udalosťami (výrazne) nad projektovú bázu. Mobilné zdroje energie by umožnili využívanie jestvujúceho zariadenia; mobilné čerpadlá by umožnili priame napájanie pre primárnu alebo sekundárnu stranu, dokonca s použitím náhradných zdrojov vody. Mobilné nabíjačky batérií alebo mobilné zdroje jednosmerného napájania umožnia predĺženie využívania merania a ovládania prevádzky. Hasiace zariadenia, vrátane požiarnych vozidiel, dieselových čerpadiel, generátorov, núdzového osvetlenia, atď., sú obvykle na elektrárňach hneď k dispozícii. Skonstruované a pripravené prípojky, ako aj cvičenia k používaniu týchto zariadení významne prispievajú k odolnosti voči BDB udalostiam.
- 2) Využitie náhradných prostriedkov chladenia, vrátane náhradného odvodu tepla. Gravitačné napájanie PG alebo využitie iných zdrojov vody, napájanie zo zadržanej vody chladenia kondenzátora, náhradných nádrží alebo studní na lokalite alebo vodných zdrojov v blízkosti (nádrže, jazerá, atď.) je doplnkovým spôsobom ako umožniť chladenie AZ a zabrániť degradácii paliva. Niektoré elektrárne identifikovali možné kroky, vrátane doplnkových analýz, ktoré môžu byť potrebné.
- 3) Prevádzkové alebo prípravné činnosti, ako je napríklad zabezpečenie dodávok paliva a mazacích olejov, zníženie záťaže batérií na predĺženie životnosti batérií, sú príkladom opatrení, ktoré sú malé (v mnohých prípadoch procesné), ale ktoré môžu spôsobiť značný rozdiel v reakcii na iniciačné udalosti. Celkovo vzaté, väčšina elektrární už zvážila tieto opatrenia a môže ich pridať v budúcnosti.

- 4) Pri vyhodnocovaní záťažových testov systém v kobke preukázal svoju hodnotu zabezpečením dodatočnej úrovne ochrany, schopný zvládnuť rôzne iniciačné udalosti, vrátane tých, ktoré sú nadprojektové. Koncept je potiahnutý ešte ďalej vo forme "hardened core" kde okrem zariadení, budú k dispozícii zaškolení pracovníci a postupy navrhnuté tak, aby zvládli širokú škálu extrémnych udalostí.
- 5) Vyhodnotenie záťažových testov identifikovalo problémy a následne viedlo k zlepšeniam v pripravenosti na udalosti, ktoré by mohli ovplyvniť niekoľko blokov. Predtým boli ochrany pre viac-blokové lokality navrhnuté tak, aby zvládli vážny problém, ktorému by čelil jeden z blokov. Počas záťažových testov bolo identifikované, že odolnosť by sa dala zlepšiť, ak by bolo k dispozícii ďalšie zariadenie a zaškolený personál, ktorý by bol schopný riešiť udalosti ovplyvňujúce všetky bloky na jednej lokalite. Aj keď proces vylepšovania ešte nie je ukončený, na mnohých lokalitách už bol spustený.

Záťažové testy potvrdili, že všetky bloky v Európe sú dobre chránené pre všetky projektové udalosti. Tiež potvrdili, že všetky bloky majú určitú odolnosť voči vysoko nepravdepodobným udalostiam, ktoré sú výrazne nad projektovú bázu. Všeobecne sú európske jadrové elektrárne odolné, taktiež vďaka sérii PSR, ktoré požadovali od prevádzkovateľov, aby posilnili svoje elektrárne a zaviedli modifikácie. Napriek tomu, posudzovanie, ktoré sa robilo počas záťažových testov identifikovalo dodatočné oblasti pre vylepšenie, najmä pridaním flexibilných mobilných systémov a zabezpečením prípojok, zdrojov energie, vody, atď. Mnohé elektrárne prijali opatrenia na zvládnutie extrémnych BDB udalostí. Ďalšie budú nasledovať v blízkej budúcnosti. Stále treba vykonať analýzy a predpokladajú sa systematické zlepšovacie programy, ktoré podľa očakávania môžu priniesť všetkým elektrárňam v EÚ najvyššiu úroveň bezpečnosti.

7 HODNOTENIE EURÓPSKÝCH JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ VO VZŤAHU NA RIADENIE ŤAŽKÝCH HAVÁRIÍ

7.1 Popis súčasnej situácie elektrární na európskej úrovni

7.1.1 Regulačná báza pre hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad

Stav legislatívneho základu pre riadenie havárií (AM) sa líši v jednotlivých zúčastnených krajinách: niektoré krajiny majú relevantné národné smernice alebo legislatívu už od 80-tych alebo 90-tych rokov, zatiaľ čo iné sa nachádzajú v rôznych etapách prípravy novej legislatívy. V niektorých krajinách sú licenčné požiadavky založené na predpisoch krajiny, odkiaľ pochádza dodávateľ reaktora. Avšak všetky krajiny, ktoré sa zúčastnili tohto preverovania uznávajú užitočnosť WENRA RL, aplikovateľných pre AM na nastavenie právnych požiadaviek (tieto sú hlavne v oblastiach: F (rozšírenie projektu jestvujúcich reaktorov), LM (havarijné prevádzkové postupy a smernice pre riadenie ťažkých havárií) a R (havarijná pripravenosť na lokalite)). Napriek tomu sú medzi jednotlivými krajinami značné rozdiely v tom, ako sú RL zapracované do legislatívy. Niektoré krajiny vypracovali konkrétne predpisy na riešenie RL. V iných krajinách sú RL zahrnuté ako podmienky pre licenciu prevádzkovateľa alebo povolenia na prevádzku. Inde sú RL zapracované do všeobecného národného právneho rámca.

Všetky národné právne rámce zabezpečujú regulačný dohľad nad AM, vrátane zabezpečenia regulačného hodnotenia a inšpekcii tejto oblasti.

7.1.2 Hlavné požiadavky aplikované na túto špecifickú oblasť

Hlavné požiadavky pre AM sú v súčasnosti medzinárodne definované vo WENRA RL a v bezpečnostných štandardoch MAAE. Väčšina stratégií prevádzkovateľov je definovaná v ich EOP a SAMG (alebo ekvivalente). Tieto sú často založené na stratégiách navrhnutých dodávateľom reaktora, ale vhodne upravené pre konkrétny projekt elektrárne. Tam, kde dodávateľ reaktora ešte nevyvinul SAMG, elektrárenské spoločnosti vyvinuli svoje vlastné stratégie založené na medzinárodnom výskume a prenose poznatkov (napr. prostredníctvom skupín vlastníkov). Pôvodný zdroj SAMG môže mať silný vplyv na hĺbku a komplexnosť ich pokrytia.

Medzinárodné štandardy vyžadujú, aby boli EOP a SAMG k dispozícii vo všetkých JE. Symptómovo-orientované EOP, zamerané na predchádzanie ťažkej havárie, boli realizované vo všetkých krajinách následne po havárii Three Mile Island (TMI). SAMG zamerané na zmierňovanie ťažkých havárií, ak zlyhali kroky na zabránenie poškodenia paliva, sa v niektorých krajinách stále realizujú.

7.1.3 Technické zázemie pre požiadavky, hodnotenie bezpečnosti a regulačný dohľad

Ak chýbajú akékoľvek európske štandardy, bezpečnostné štandardy MAAE a WENRA RU sa používajú ako návod pri stanovovaní národných požiadaviek pre bezpečnostné prvky JE. Niektoré krajiny prijali požiadavky z krajiny predajcu reaktora. Hĺbka a detail týchto požiadaviek, ako aj implementácia predpisov sa medzi jednotlivými krajinami líšia. Zatiaľ čo niektoré krajiny sú veľmi konkrétne vo svojich požiadavkách, iné definujú len všeobecné bezpečnostné ciele.

Väčšina zúčastnených krajín používa pravdepodobnostné prístupy, ktoré pomáhajú určiť slabé stránky a zamerať sa na bezpečnostné vylepšenia. Úroveň 1 a 2 PSA tvoria podstatnú súčasť týchto hodnotení. Avšak rozsah a hĺbka týchto analýz sa líši a v niektorých prípadoch je potreba zlepšenia, aby sa dostali na úroveň akceptovaných medzinárodnými štandardmi. Spoločné nástroje, ktoré pomáhajú s týmto procesom zahŕňujú: posudzovacie misie MAAE a Svetového združenia prevádzkovateľov jadrových elektrární (WANO), Európske rámcové programy, ako aj spätnú väzbu na prevádzkové skúsenosti prostredníctvom medzinárodných systémov na výmenu informácií, ako je napríklad Institute of Nuclear Power Operations (INPO), WANO, IAEA/NEA medzinárodný ohlasovací systém, Clearinghouse, atď.

Niektoré z časových harmonogramov sa zdá, že zbytočne odkladajú nápravu známych slabých stránok SAM, ktoré boli problémom vo Fukušime. Realizácia súčasných požiadaviek SAM v niektorých krajinách nie je dobre zavedená a toto vedie k rozdielom pri modernizácii bezpečnostných funkcií a odolnosti prevádzkovaných elektrární. Avšak záťažové testy dali podnet na urýchlenie vylepšení, vyzdvihnutím silných a slabých stránok rôznych národných prístupov k medzinárodným partnerským previerkam.

7.1.4 Periodické hodnotenia bezpečnosti

Proces partnerských previerok potvrdil, že PSR sa vykonávajú vo všetkých zúčastnených krajinách zvyčajne každých 10 rokov, v súlade s medzinárodnými štandardmi. Ako bolo uvedené vyššie, PSR sa považujú za vysoko efektívny prostriedok pre zlepšenie SAM v JE. Avšak úroveň detailu a hĺbka PSR sa

medzi jednotlivými krajinami líši. Havária vo Fukušime a súvisiace záťažové testy spustili novú vlnu bezpečnostných previerok a snahu poučiť sa z havárie, zvlášť so zreteľom na SAM. Záverom partnerskej previerky bolo, že PSR by sa mali udržiavať ako kľúčový nástroj pre zabezpečenie neustáleho vylepšovania ochrany do hĺbky všeobecne a konkrétne zabezpečenia SAM.

7.1.5 Súlad elektrární so súčasnými požiadavkami

Aj keď prevádzkované JE sú v súlade s ich národnými požiadavkami, nie všetky sú v súlade so všetkými aspektmi bezpečnostných štandardov MAAE týkajúcich sa SAM. Okrem toho, niektoré JE sú pozadu, čo sa týka ich záväzkov dodržiavať WENRA RU, najmä so zreteľom na realizáciu zabezpečenia hardvéru. Okrem toho, SAMG sú vo väčšine vypracované len pre podmienky pri plnom výkone; len v niekoľkých prípadoch existujú SAMG pre podmienky s nízkym výkonom a pri odstavení, pre bazény na vyhorené palivo alebo dlho trvajúce udalosti postihujúce viac blokov. Ak SAMG neplatia pre všetky stavy elektrárne, väčšina prevádzkovateľov má plány na ich rozšírenie do niekoľkých rokov. V mnohých krajinách bol pozorovaný trend rozšíriť rozsah SAMG, aby pokrývali všetky stavy elektrárne a havárie v bazénoch na vyhorené palivo. Tento trend bol uznaný a pevne podporovaný. Overovanie a validácia SAMG je tiež podstatná pre zabezpečenie ich uskutočniteľnosti, odolnosti a spoľahlivosti a preto by mala tvoriť neoddeliteľnú súčasť ich procesu realizácie.

7.2 Hodnotenie odolnosti elektrárne - nadprojektové

7.2.1 Prístup použitý pri hodnotení bezpečnostných rezerv

Vo všeobecnosti sa pri vypracovávaní nových bezpečnostných štandardov očakáva, že budú aplikované nielen na nové JE, ale takisto na jestvujúce elektrárne do tej miery, ako je to možné. Toto sa zvyčajne rieši počas PSR.

Prístup k SAM používaný krajinami v rámci záťažových testov sa zameriaval na overovanie toho, či existujú nevyhnutné zložky SAM a či sú účinné. Požadovaný rozsah SAM je definovaný medzinárodne prostredníctvom bezpečnostných štandardov MAAE a WENRA RL (zvlášť v oblasti LM, F a R). Okrem toho, niektoré krajiny aplikujú bezpečnostné ciele WENRA pre nové reaktory na jestvujúcich elektrárnach. Špecifikácie ENSREG pre záťažové testy poskytujú ďalšie usmernenie, čo sa týka rozsahu previerok vo vzťahu na SAM.

V niektorých krajinách jestvujúce predpisy zahrňujú konkrétnu požiadavku na realizáciu zariadenia vyhradeného pre ťažké havárie. Niekedy sa tiež vyžaduje splnenie kritéria jednoduchšej poruchy, diverzity a nezávislosti. V takýchto prípadoch musia byť podporné systémy a zdroje napájania nezávislé. V iných krajinách sa preferuje využitie jestvujúceho zariadenia a požiadavky na SAM sú menej konkrétne. S ohľadom na záťažové testy, tieto krajiny uviedli potrebu realizovať dodatočné, vyhradené SA zabezpečenie.

Komplexná úroveň 2 PSA sa považuje za dôležitý nástroj pre identifikáciu citlivých stránok elektrárne, kvantifikáciu prípadných únikov, určenie kandidátov na opatrenia najvyššej priority a ich účinkov a zostavenie priorít poradia navrhovaných bezpečnostných vylepšení. Rozšírenie rozsahu jestvujúcej úrovne 2 PSA na stavy odstavenia, BSVP a zvažovanie vonkajších nebezpečenstiev je však stále potrebné

vo väčšine krajín, aby sa zabezpečilo, že PSA dokáže vhodne informovať zlepšenia SAM. Okrem toho je dôležité, aby sa PSA aplikovala spôsobom, ktorý dopĺňa ostatné analýzy, napr. deterministickú projektovú analýzu a analýzu ťažkých havárií a nepoužívala sa na vylúčenie scenárov na základe ich nízkeho odhadovaného rizika. PSA by naopak mala informovať o vhodnom prístupe k ochrane do hĺbky, aby existovali primerané opatrenia SAM v nepravdepodobnom prípade, že projektové zabezpečenia zlyhajú v zabránení začatia ťažkej havárie.

7.2.2 Hlavné výsledky partnerskej previerky a oblasti pre zlepšenie bezpečnosti identifikované v procese

Záťažové testy a ich partnerská previerka potvrdili, že AM sa uznáva a realizuje vo všetkých zúčastnených krajinách, hoci na rôznych úrovniach. Počas procesu partnerskej previerky bol zistený všeobecný záväzok a trend smerom k urýchlenej realizácii opatrení AM v rámci pravidelných alebo rozšírených odstávok elektrárne na výmenu paliva alebo údržbu.

Všeobecné zistenia a postrehy k rôznym komponentom AM sú zhrnuté v texte nižšie za rôzne oblasti relevantné pre AM. Potenciálne bezpečnostné vylepšenia v týchto oblastiach boli tiež identifikované počas procesu partnerskej previerky; tieto potenciálne zlepšenia sú zhrnuté na úvahu pre krajiny v bode 7.2.4 tejto správy. Podrobnejšie popisy pre jednotlivé krajiny sú v prílohách k posudzovacím správam krajín.

Postupy a usmernenia

Programy riadenia havárií (AMP), ktoré zahrňujú EOP a SAMG už existujú alebo sa vypracovávajú vo všetkých JE.

EOP, zamerané na zabránenie roztavenia AZ, boli realizované vo všetkých krajinách po havárii v TMI. Tieto postupy sú v prvom rade symptómovo-orientované v kombinácii s prvkami založenými na udalosti. Rozsah a stav realizácie SAMG je menej pokročilý, hoci sa rozsahom líši v jednotlivých krajinách. SAMG boli vo väčšine vypracované pre podmienky za plného výkonu. Avšak v niektorých prípadoch existujú tiež platné SAMG pre podmienky odstavenia, pre BSVP a dlhotrvajúce udalosti postihujúce viac blokov. Tam, kde SAMG nie sú kompletne, existujú plány rozšíriť ich v blízkej budúcnosti alebo sa takéto plány zvažujú.

EOP a SAMG využívajú rôzne formáty a zvyčajne sa realizujú v súlade so všeobecným usmernením, ktoré poskytujú dodávatelia a/alebo skupiny vlastníkov. Je tu silná podpora trendu na rozšírenie rozsahu SAMG tak, aby zahrňovali všetky stavy elektrárne a havárie v bazénoch na vyhorené palivo. Ak sa realizujú SAMG, ich validácia by mala byť tiež súčasťou, tak ako pri WENRA RU.

Špeciálne zariadenia pre riadenie havárií

Zabránenie súčasnej straty systémov z dôvodu zlyhaní spôsobených poruchou so spoločnou príčinou sa dá dosiahnuť prostredníctvom vhodnej redundancie, diverzity, fyzického oddelenia a ochranou voči vonkajším nebezpečenstvám. Také aspekty, ako je flexibilita, nezávislosť, jednoduchosť a viac spôsobov pripojenia budú veľmi pravdepodobne dôležité pre zariadenia AM. To znamená, že je rozhodujúce, aby zariadenie fungovalo, keď je potrebné. Preto je potrebné mať prísne požiadavky na zabezpečenie toho,

že zariadenie prežije vonkajšie vplyvy, ktoré môžu viesť k ťažkej havárii (napr. prostredníctvom kvalifikácie voči extrémnym externým rizikám uloženie na bezpečnom mieste) a má schopnosť byť použité v prostredí, v ktorom bude musieť fungovať (napr. inžinierske zdôvodnenie a/alebo kvalifikácia voči vysokému tlaku, teplote, radiačnej úrovni, atď.). Treba tiež zvážiť také aspekty, ako je funkčná schopnosť zariadenia, napr. či bude dodávať dostatočný prietok, energiu, atď., podľa možnosti pre niekoľko blokov; ako bude zariadenie zaraďované (tak, aby bolo primerane udržiavané, odskúšané, skontrolované, atď.); a ako sa dá prevádzkovať v rámci pravdepodobne veľmi degradovanej infraštruktúry.

Niektoré krajiny sa už rozhodli realizovať špeciálnu sériu vyhradeného zariadenia, ktoré je potrebné pre SAM alebo vykonať modifikácie projektu na zlepšenie ochrany do hĺbky.

Znižovanie tlaku v systéme chladenia reaktora

Znižovanie tlaku v systéme chladenia reaktora (RCS) po roztavení AZ sa považuje za rozhodujúci krok, aby sa vyhlo výronu taveniny pri vysokom tlaku z tlakovej nádoby reaktora (TNR) (čo by potenciálne mohlo narušiť integritu kontajnementu v ranej fáze SA), ako aj umožniť vstrekovanie vody z nízko-tlakových zdrojov. Prevládajúci prístup využíva projektové prostriedky, ako sú napríklad otvorenie výpustných alebo poistných ventilov. Pozornosť sa v SAM preto zameriava na aspekty, ako je napríklad dostupnosť zdrojov energie a regulačného vzduchu a prostriedkov manuálnych krokov na dosiahnutie zníženia tlaku. V niektorých krajinách sa používajú vyhradené vedenia a ventily na znižovanie tlaku odolné voči jednoduchšej poruche, naprojektované na podmienky ťažkej havárie, aby sa posilnila odolnosť ochrany do hĺbky.

Vodík

Riziká z vodíka a iných horľavých plynov predstavujú kľúčový podiel na potenciálnom zlyhaní kontajnementu a preto sa musia účinne eliminovať. Určujúcimi faktormi s ohľadom na závažnosť tohto problému sú: typ reaktora, ako aj typ kontajnementu, veľkosť a vnútorná konfigurácia a zvolená stratégia na zmiernenie SA (chladenie taveniny vo vnútri alebo mimo nádoby).

Na zmierňovanie rizík vodíka sú všeobecne dostupné niektoré zabezpečenia, vrátane vetrania kontajnementu, inertizácia, zmiešavanie, použitie zapaľovačov vodíka a pasívnych autokatalytických rekombinátorov (PAR). Rýchlosť produkcie vodíka je potrebné určiť pri dimenzovaní kapacity týchto systémov. Boli prediskutované riziká vodíka spojené s využitím odvetrania kontajnementu, ako aj potenciálne úniky vodíka do budov pomocných prevádzok, zvlášť pre reaktory bez rekombinátorov. Počas partnerskej previerky sa diskutovalo aj o rizikách z produkcie vodíka v BSVP, ale zatiaľ JE nerealizovali žiadne protiopatrenia.

V mnohých elektrárňach boli nainštalované prostriedky na zmierňovanie rizík vodíka vo vnútri kontajnementu. Napriek tomu, sú stále aj také elektrárne, ktoré majú obmedzenú kapacitu PAR (napr. tieto sú len pre projektové havárie), alebo bez obmedzení v dodávke elektrickej energie pre zapaľovače (napr. v prípade straty všetkých zdrojov napájania elektrárne).

Stabilizácia taveniny

Stabilizácia taveniny sa považuje za rozhodujúcu, ak sa má dosiahnuť bezpečný a stabilný stav následne po SA. Stratégie, ktoré používajú krajiny pre jestvujúce reaktory zahŕňajú:

- zadržanie roztavenej aktívnej zóny vo vnútri nádoby zabezpečené skorým zaplavením šachty reaktora a odvodom tepla vonkajším chladením TNR;
- skoré zaplavenie šachty reaktora alebo dolného suchého objemu ešte pred únikom taveniny z TNR, za predpokladu, že zachytenie vo vnútri nádoby nebolo úspešné (t.j. tak, že fragmenty poškodenej AZ sú zahasené vo vodnom bazéne);
- udržanie šachty reaktora suchej až kým sa tavenina nepremiestni do šachty a potom napustenie vody na vrstvu taveniny.

Zvolenie stratégie stabilizácie taveniny má vplyv na ostatné stratégie AM, napr. na dlhodobý odvod tepla z kontajntmentu, zníženie produkcie vodíka, filtrované odvetranie a minimalizácia rádioaktívnych únikov. Výber vhodnej stratégie závisí od mnohých faktorov, zvlášť na výkone reaktora; type reaktora (napr. PWR alebo BWR); veľkosti a tvaru šachty reaktora; a dostupnosti vody a systému vstrekovania na zaplavenie. Preto dokonca v tej istej krajine boli zvolené rozličné stratégie pre rôzne reaktory. Je ešte niekoľko málo krajín, kde ešte nebolo dosiahnuté konečné rozhodnutie, čo sa týka vhodnej stratégie alebo kde práce stále pokračujú, aby sa lepšie podporila jestvujúca stratégia.

Vetranie kontajntmentu

Filtrované vetranie kontajntmentu sa zvažuje a realizuje na mnohých JE ako prostriedok predchádzania pretlaku pri odvetraní kontajntmentu. Je jasné, že účinnosť filtrovania závisí od konštrukčného riešenia. Niektoré krajiny zvažujú zlepšenia na zvýšenie tejto účinnosti.

Potreba vetrania kontajntmentu závisí od typu reaktora a kontajntmentu a od zvolenej stratégie pre zmiernenie SA. Filtrované vetranie sa môže javiť ako menej dôležité, ak sa účinne zabráni javom ťažkej havárie mimo nádoby; tento aspekt vyžaduje ďalšie hodnotenie. Vo väčšine ostatných prípadov bola realizácia filtrovaného vetrania identifikovaná ako konečný prostriedok pre ochranu integrity kontajntmentu, ako aj zníženie rádioaktívnych únikov z akejkoľvek netesnosti kontajntmentu. Taktiež bola prediskutovaná problematika zabránenia nadmerného podtlaku v kontajntmente po odvetraní, ale nepovažovalo sa to za ťažký problém.

Obnovenie kritickosti

Obnovenie kritickosti AZ reaktora alebo BSVP pri ťažkých haváriách sa považuje za veľmi nepravdepodobné z dôvodu inherentných bezpečnostných prvkov, ako napríklad geometrické konfigurácie alebo použitie fixných neutróny absorbujúcich materiálov. V mnohých krajinách sa prijali pravidlá, aby sa zabezpečilo, že sa na chladenie paliva bude používať len bórovaná voda ako dodatočná vrstva ochrany. Napriek tomu, na základe diskusií, ktoré sa viedli počas partnerskej previerky, potenciál

pre obnovenie kritickosti sa nedá vždy vylúčiť ak havarijné chladenie využíva nebórovanú vodu a palivo viac nie je vo svojej pôvodnej konfigurácii. Preto by sa mal potenciál pre obnovenie kritickosti zväziť na analýzu, keď sa vypracovávajú príslušné stratégie SAM.

Riadenie havárie pre plynom chladené reaktory

Riadenie havárie pre plynom chladené reaktory predstavuje špeciálny prípad z dôvodu ich jedinečných konštrukčných vlastností. Na jednej strane nie sú vybavené štandardným kontajmentom a preto je robustná betónová tlaková nádoba reaktora ako konečná bariéra pred únikmi rádioaktívnych materiálov. Na strane druhej, veľmi veľká tepelná zotrvačnosť reaktorov zabezpečuje veľké časové rozpätie pre realizáciu krokov na obnovu. Okrem toho, mnohé problémy pri ťažkej havárii, ktoré môžu ohroziť integritu ochrannej vrstvy, ako napríklad výbuch vodíka, výron taveniny pod vysokým tlakom, výbuch pary a priamy ohrev kontajmentu nie sú prítomné z dôvodu inherentných vlastností týchto reaktorov. Preto sú opatrenia AM zamerané hlavne na ochranu integrity nádoby reaktora, alebo na zmiernenie únikov v prípade straty integrity nádoby, vrátane opravy možných prasklín na nádobe.

Bazény na vyhorené palivo

V závislosti od projektu reaktora sa BSVP môžu nachádzať v rámci kontajmentu v blízkosti reaktora alebo inde v elektrárni/na lokalite. Vo všetkých krajinách je potrebné zabezpečiť zabránenie rádioaktívnym únikom z BSVP udržiavaním dostatočných zásob chladiva v bazéne a zabezpečením spoľahlivého odvodu zvyškového tepla. Existujú projektové opatrenia na zabezpečenie konštrukčnej integrity bazénov, minimalizujú potenciálnu stratu chladiva a na doplnenie znížených zásob chladiva z rôznych primerane dostupných zdrojov (napr. z vnútra blokov alebo zvonka prostredníctvom mobilných prostriedkov). Niektoré krajiny v tejto súvislosti overujú bezpečnostné rezervy BDB. Značná tepelná zotrvačnosť BSVP vo väčšine prípadov ponúka primerané časové rozpätie na prijatie krokov na obnovu v prípade, ak dôjde k strate chladenia. Avšak treba mať na pamäti, že tieto rezervy sa výrazne skracujú v prípade kompletného vyloženia AZ do BSVP. V rámci záťažových testov sa neuvažovalo v žiadnej krajine s ťažkými haváriami, ktorých súčasťou by bolo roztavené palivo v BSVP.

Rádiologické otázky

Očakávané rádiologické podmienky vo vnútri budov elektrárne a mimo počas SA, ako aj obmedzenie rádiologických únikov sa v národných správach riešilo len čiastočne. Podobne, ani riešenie kontaminácie po havárii a spracovanie potenciálne veľkých objemov kontaminovanej vody neboli detailne pokryté. Napriek tomu boli uznané dôležité otázky pokračujúcej obývateľnosti kontrolných miest (napr. hlavná a núdzová dozorná) a realizovateľnosť opatrení SAM a zvažovali sa vhodné zabezpečenia, vrátane radiačného monitorovania, ako to bolo preukázané v písomných odpovediach na dodatočné otázky a počas národných prezentácií v rámci partnerskej previerky. Obmedzenie rádiologických dôsledkov ťažkých havárií predpisovaním limitov v právnych predpisoch krajín sa zvyčajne nezvažuje, ale v niektorých prípadoch sa označuje ako bezpečnostný cieľ pre projekty modernizácie, pokiaľ ide o frekvencie, maximálne úniky alebo efektívne dávky.

Núdzové opatrenia na lokalite

Vo všetkých krajinách zostáva prvotná zodpovednosť po začatí ťažkej havárie na dozorni/personáli elektrárne až do aktivácie technickej podpory. Opatrenia zahŕňujú rôzne úrovne aktivácie v závislosti na závažnosti situácie. Treba však poznamenať, že organizácie havarijnej odozvy všeobecne vznikali za predpokladu jednej havárie na danej lokalite, a nie so zvážením potenciálne plnej škály ťažkých havárií, ktoré by sa mohli vyskytnúť.

V niektorých krajinách je potrebné zabezpečiť dostupnosť havarijného strediska na lokalite, chráneného proti extrémnym prírodným vplyvom a kontaminácii, spolu s nevyhnutnými opatreniami na rýchly zásah špecializovaných tímov, zabezpečením dostupnosti osobných ochranných prostriedkov, prenosných zariadení na lokalite a odolných komunikačných prostriedkov.

V niektorých krajinách bolo okrem zabezpečenia havarijného strediska na lokalite rozhodnuté buď vylepšiť existujúce externé havarijné strediská alebo vybudovať nové. Tieto budú poskytovať pomoc havarijným jednotkám a umožnia opatrenia radiačnej ochrany (napríklad, čo sa týka zariadení, dozimetrie, atď.). Tam, kde sa stavajú nové zariadenia sa odporúča, aby boli navrhnuté tak, aby fungovali aj po extrémnych vonkajších udalostiach. Okrem toho, niektoré krajiny zvažujú zriadenie centralizovaných (napr. národných, regionálnych) záchranných centier mimo lokality, aby zabezpečovali podobné funkcie do menej ako 24 hodín pre ktorúkoľvek postihnutú JE.

Niektoré krajiny zvažujú poskytnutie dodatočných prostriedkov pre pomoc JE v prípade ťažkých havárií využitím štátnych zdrojov (napr. civilná ochrana alebo vojenská doprava). Tiež bola podčiarknutá rozhodujúca úloha komunikácie (ako napríklad medzi pracovníkmi elektrárne alebo medzi JE a úradmi) v prípade núdzovej situácie, vedúca k zlepšeniam v kapacite a odolnosti existujúcich systémov. Obvykle toto znamená nainštalovanie nových komunikačných systémov na zvýšenie redundancie a diverzity alebo realizácia vylepšení na existujúcich systémoch, ako sú napríklad dodatočné alebo vyhradené dodávky energie.

Havarijné opatrenia mimo lokality sa považujú za dôležité doplnkové komponenty k opatreniam na lokalite. Avšak tieto boli v procese záťažových testov pokryté len čiastočne a tak zostávajú potenciálnym predmetom pre budúce úvahy.

Ďalšie štúdie a vývoj

Záťažové testy a partnerská preverka taktiež naznačili potrebu budúcich štúdií a vývoja v nasledovných oblastiach:

- Systematické vyhodnotenie dostupnosti bezpečnostných funkcií vyžadovaných pre SAM za rôznych okolností.
- Podrobné štúdie časového vývoja havárie, vrátane roztavenia AZ, zlyhania TNR, pretavenie základovej dosky, odkrytie paliva v BSVP, atď.

- Rozšírenie PSA analýzy, vrátane všetkých stavov elektrárne a externých udalostí na PSA úroveň 1 a 2.
- Ďalšie štúdie rádiologických podmienok na lokalite a súvisiacich opatrení nevyhnutných na zabezpečenie obývateľnosti MCR a ECR, ako aj realizovateľnosť opatrení AM v podmienkach ťažkej havárie, havárie na viacerých blokoch, odvetrávanie kontajmentu, atď.
- Vyšetrenie režimov chladenia AZ pre zlyhaním TNR a otázok o obnove kritickosti na čiastočne poškodené AZ, s dodávkou nebórovanej vody.
- Analýza javu súvisiaceho so zaplavením šachty a súvisiacimi rizikami výbuchu pary.
- Štúdie týkajúce sa technických riešení ohľadne chladenia taveniny a zabránenia pretavenia základnej dosky.
- Vývoj simulátorov ťažkej havárie vhodných pre školenie pracovníkov JE.

7.2.3 Možné opatrenia na zvýšenie odolnosti

Na základe diskusií vedených počas procesu partnerskej previerky bolo identifikovaných niekoľko možných opatrení na zvýšenie odolnosti AM. Za nalievavú záležitosť by sa malo považovať vypracovanie akčných plánov SAM špecifických pre stav po Fukušime (ktoré majú navrhnúť prevádzkovatelia elektrární a potom majú byť vyhodnotené regulačnými orgánmi). Realizácia týchto plánov by sa mala urýchliť a mali byť dostať stupeň priority, ktorý odráža dôležitosť jednotlivých opatrení na ochranu obyvateľstva.

Diskusie vyústili do rozsiahleho, aj keď nie nevyhnutne vyčerpávajúceho, zoznamu opatrení, ktoré majú krajiny zvážiť:

- Pri aktualizácii SAM a havarijných opatrení treba zvážiť potenciálnu interakciu medzi reaktorom a súvisiacim BSVP.
- Všetky krajiny by mali dospieť k rozhodnutiu ohľadne stratégie chladenia roztavenej aktívnej zóny buď v TNR alebo v šachte, ktorá je vhodná pre daný typ reaktora.
- Je potrebné ďalej posúdiť realizovateľnosť stratégií pre chladenie roztavenej aktívnej zóny, s cieľom ochrany celistvosti kontajmentu, s využitím dostupných poznatkov.
- Ďalšiu pozornosť je potrebné venovať potenciálnej obnove kritickosti v SAM, berúc do úvahy potenciálne zmeny v geometrii a zložení materiálu vyvolané buď vonkajšími nebezpečenstvami alebo postupom ťažkej havárie.
- Je potrebné zabezpečiť udržanie zásob chladiva v BSVP overením alebo modernizáciou konštrukčnej integrity BSVP, inštaláciou kvalifikovaného monitoringu a zabezpečením redundantných a diverzných zdrojov dodatočného chladiva odolných voči vonkajším hrozbám s cieľom prakticky eliminovať riziko odkrytia paliva.

- Treba zvážiť preferované využitie vyhradeného diverzného a kvalifikovaného SAM zariadenia odolného voči extrémnym vonkajším hrozbám, buď pasívne alebo napájané zo spoľahlivých zdrojov, vrátane merania požadovaného na realizáciu SAM činností.
- Využitie mobilného zariadenia by mohlo byť výhodné z dôvodu jeho flexibility a možnosti jeho ochrany pred záťažou spôsobenou extrémnymi vonkajšími hrozbami. Prípojky a infraštruktúra potrebná na ich využitie tiež musia byť primerane osvedčené a odolné.
- Vzhľadom na význam zníženia tlaku RCS s cieľom zabrániť zlyhaniu kontajmentu a pre vstrekovanie chladiva z nízkotlakových zdrojov je potrebné venovať ďalšiu pozornosť kapacite a spoľahlivosti hardware zabezpečenia potrebného pre zníženie tlaku.
- Ak posudzovanie ťažkej havárie ukazuje na riziko dlhodobého pretlakovania kontajmentu, ktorému sa nedá spoľahlivo zabrániť inými prostriedkami, musí sa zvážiť odvetrávanie kontajmentu cez filtre navrhnuté pre podmienky ťažkej havárie, ako je napríklad zabezpečenie dostatočne dlhého času na odvetranie.
- Vysokú prioritu musí dostať inštalácia prostriedkov na znižovanie produkcie vodíka navrhnutých pre ťažké havárie, s cieľom prakticky eliminovať zlyhanie kontajmentu z dôvodu spaľovania vodíka. Inštalácia pasívnych autokatalytických rekombinátorov sa javí byť preferovanou voľbou pre budúcu modernizáciu.
- Keďže horľavosť vodíka závisí od zloženia atmosféry kontajmentu, ktoré zase závisí od prevádzky iných systémov, ako je napríklad rozprašovací systém pre kontajment, je potrebné, aby bolo k dispozícii kvalifikované monitorovanie koncentrácie vodíka, aby sa vyšlo takejto prevádzke, ak sú prítomné koncentrácie, ktoré umožňujú explóziu.
- Potenciál migrovania vodíka do priestorov mimo tých, kde sa vytvára v primárnom kontajmente, ako aj produkcia vodíka v BSVP treba starostlivo zanalyzovať a podľa potreby prijať primerané protiopatrenia.
- Dostupnosť havarijného strediska na lokalite chráneného proti extrémnym prírodným podmienkama kontaminácii treba zvýšiť, spolu s potrebnými opatreniami pre rýchly zásah špecializovaných tímov, dostupnosťou osobných ochranných prostriedkov, prenosných zariadení na lokalite a robustných komunikačných prostriedkov.
- V niektorých prípadoch by sa mohli zriadené regionálne záchranné strediská mimo lokality zdieľať niekoľkými elektrárňami.
- Metódy a nástroje pre SAM školenia a cvičenia treba ďalej posilňovať, s využitím ponaučení získaných z používania všetkých dostupných prostriedkov (ako napríklad, školenia, využitie multifunkčných alebo plno-rozsahových simulátorov).

7.2.4 Opatrenia, o ktorých už bolo rozhodnuté alebo boli realizované prevádzkovateľmi a/alebo ktoré musia regulátori sledovať

Bezprostredne po havárii vo Fukušime začali regulátori a prevádzkovatelia hodnotiť udalosti a možné zlepšenia pri organizácii SAM, súvisiacich postupoch, potrebnom hardvérovom zabezpečení a ďalšie štúdie alebo potrebný výskum a vývoj. V ďalšom texte sú uvedené príklady takýchto vylepšení. Napriek tomu sa úroveň realizácie v jednotlivých krajinách líši.

S ohľadom na organizáciu SAM sa mnohé krajiny rozhodli, že referenčné úrovne WENRA pre SAM by sa mali odraziť v národných predpisoch. Predpokladá sa harmonizácia SAMG a súvisiaceho školenia na blokoch, lokalitách, elektrárenských spoločnostiach a dokonca cez hranice. Vo väčšine preverovaných krajín je spoločným problémom posilnenie a zlepšenie SAM organizácie, obsadenie pracovníkmi a logistika na dlhé obdobie, udalosti postihujúce viac blokov a už sa riešia.

Už existujú dohody o spolupráci pre podporu v núdzových situáciách, dodávky, zariadenia, personálu, odborných poznatkov, atď. medzi krajinami, elektrárenskými spoločnosťami, prevádzkovateľmi a dodávateľmi. Niektoré krajiny už majú alebo začali so zriaďovaním národných stredísk odozvy a jednotiek rýchleho nasadenia, ako aj prípravy pre cezhraničnú spoluprácu.

Prešetrovali sa dôsledky možných nepriaznivých účinkov vonkajších udalostí (zemetrasení, záplav, tvrdých poveternostných podmienok, atď.) na SAM infraštruktúru, ako aj prípravy na zabezpečenie núdzového personálu, logistiky, dozimetrie, ochranných prostriedkov, atď. v extrémnych podmienkach.

Pravidelné a realistické SAM cvičenia, vrátane využitia potrebného zariadenia, so zvážením havárií postihujúcich viac blokov, dlho trvajúcich udalostí, atď. sú súčasťou opatrení, ktoré sa očakávajú takmer vo všetkých krajinách na zlepšenie pripravenosti SAM. Využívanie jestvujúcich simulátorov JE sa považuje za užitočný nástroj, ale je potrebné ho vylepšiť, aby pokrýval všetky možné scenáre havárie. Pravidelná kontrola a skúšanie SAM zariadení a validácia postupov sa ďalej vylepšujú.

Rozšírenie jestvujúcich SAMG na všetky stavy elektrárne (na plnom výkone a nízkom výkone, odstavená), vrátane havárií iniciovaných v BSVP, sa zvažuje alebo sa rozvíja vo všetkých krajinách. Predpokladá sa ich rozšírenie na dlho trvajúce udalosti, vrátane potreby dlhodobých dodávok energie, mobilných systémov, dlhodobého odvodu tepla, bezpečné uvoľnenie horľavých plynov z kontajneru, zabezpečené dlhodobé dodávky spotrebných materiálov, atď.

Na zabezpečenie schopnosti merania a zariadení SAM prežiť v podmienkach ťažkej havárie, riešilo sa dlhodobé šetrenie energie (vrátane stratégií zníženia záťaže batérií na predĺženie doby vybitia) alebo využitie vyhradených dodávok energie.

Mnohí prevádzkovatelia realizovali alebo plánujú realizovať hardvérové opatrenia AM. Tieto zahrňujú vyhradené zabezpečenia núdzového chladenia AZ a súvisiace vylepšenia na jestvujúcich systémoch a zariadení. Zvažuje sa použitie nezávislých a diverzných systémov, ako sú napríklad pomocné turbínou poháňané alebo vzduchom chladené dieselové čerpadlá a generátory. Ovládanie uzatváracích ventilov a ventilov na zníženie tlaku s použitím mobilného zariadenia, ako sú napríklad batérie, dusíkové fľaše,

mobilné generátory, ako aj zabezpečenie ďalšieho manuálneho ovládania ventilov, sú ďalšie prvky navrhnuté na zlepšenie odolnosti opatrení SAM. Modernizácia meracej techniky, vrátane systémov na odber vzoriek z kontajmentu pre podmienky po havárii a nezávislých dodávok vody potrebných pre SAM, je dokončená alebo na niektorých blokoch bola zahájená. Jedna krajina definuje sériu podstatného vybavenia, ktoré je schopné zabezpečiť základné bezpečnostné funkcie, dokonca aj pri vonkajšom riziku BDB. Boli nainštalované náhradné, nezávislé dozorne a priestory pre SAM, vrátane opatrení na bezpečné odstavenie a manuálne ovládanie zariadení z chránených lokalít, alebo sa plánujú na zvýšenie spoľahlivosti SAM.

Inštalácia náhradného odvodu tepla, napr. náhradné chladiace veže, zdroje vody, jazerá, sa v mnohých krajinách považuje za základnú možnosť prevencie.

Obývateľnosť dozorní v podmienkach ťažkej havárie je otázka, ktorú riešia mnohé JE (napr. zásobovaním filtrovaného vzduchu, udržiavaním pretlaku, použitie tlakových fliaš, atď.). Okrem toho sa robustnejšie havarijné strediská pre podporu na lokalite a mimo lokality pre MCR na SAM, navrhnuté pre vnútorné aj vonkajšie riziká, berú ako ponaučenia z Fukušimy. V tomto ohľade sú vylepšené komunikačné systémy, jednak vnútorné a jednak vonkajšie, vrátane prenosu parametrov elektrárne týkajúcich sa ťažkej havárie a rádiologických dát do všetkých havarijných stredísk a stredísk technickej podpory, vrátane regulačných objektov, podstatným aspektom opatrení zabezpečujúcich spoľahlivé zhodnotenie mimoriadnej situácie. V niektorých JE sa riadenie vodíka, monitorovanie a rekombinácia vodíka v rámci kontajmentu a súvisiacich miestnostiach, ako aj v BSVP v podmienkach SBO, napríklad s použitím PAR, elektrických zapaľovačov napájaných z nezávislých systémov pre ťažké havárie, vrátane vyhradených DG, sa považuje za oblasť, v ktorej sú potrebné vylepšenia.

Systémy filtrovaného vetrania kontajmentu, vrátane vylepšených filtrov na zachytávanie organického jódu a využitie vyhradeného vnútorného alebo alternatívne vonkajšieho chladenia kontajmentu s použitím rozprašovacieho systému, sa všeobecne berú ako konečné možnosti na zabránenie zlyhania kontajmentu a neriadeného úniku rádioaktívnych materiálov do životného prostredia.

Využitie mobilných zariadení ako náhradných prostriedkov pre dodávky elektrickej energie a vody, vrátane pripravených prípojok pre rýchlu a spoľahlivú konfiguráciu týchto alternatív, sa v mnohých krajinách realizovalo ako prvotná reakcia na katastrofu vo Fukušime. Súčasťou týchto opatrení je vstrekovanie vody do tlakovej nádoby reaktora, šachty reaktora a kontajmentu, vrátane primárneho a sekundárneho dopĺňania a odpúšťania na JE s PWR.

Zlepšenia odolnosti núdzových zariadení, skladovanie SAM zariadení (vrátane zosilnených budov), kvalifikácia seizmických udalostí a ťažkých havárií, centrálné skladovanie špecializovaného zariadenia ako je napríklad ťažká technika, mobilné dieselové generátory a čerpadlá, diaľkovo ovládané zariadenia, chemikálie, osobné ochranné prostriedky, atď. na regionálnej, národnej alebo dokonca cezhraničnej úrovni, sú vylepšenia, ktoré sa podľa očakávania majú realizovať vo väčšine krajín.

V niektorých krajinách sa už pracuje na príprave stratégií, postupov a opatrení pre obdobie po AM a pre nakladanie s veľkými množstvami kvapalných odpadov, ako to bolo po Fukušime, aby sa vyšlo kontaminácii okolia a všeobecného životného prostredia rádioaktívnymi únikmi.

7.3 Závbery a odporúčania z partnerskej previerky špecifické pre túto oblasť

Partnerská previerka potvrdila, že SAM uznávajú všetky zúčastnené krajiny ako podstatný komponent pre ochranu do hĺbky v JE. Okrem toho, zdieľanie skúseností zo SAM, spolu so súčasným stavom a plánmi pre zlepšenia ako súčasť procesu záťažových testov, sa považuje za dôležitý a užitočný príspevok smerom k zlepšeniu bezpečnostných štandardov v celej Európe.

Hoci boli SAM opatrenia spočiatku BDB pre prevádzkované JE, všetky krajiny sú teraz zaviazané k realizácii potrebných opatrení na zvýšenie bezpečnosti. Základné prvky SAM, vrátane organizačných, procedurálnych a technických prostriedkov, sú už dobre zavedené. Napriek tomu, jedným z ponaučení z Fukušimy je, že je potrebné rozšíriť rozsah SAM, aby bralo do úvahy stavu pri odstavení elektrárne, udalosti postihujúce viac blokov, dlhotrvajúce udalosti a havárie iniciované v BSVP.

Partnerská previerka zaznamenala, že úroveň pokrytia SAM v národnej legislatíve sa líši medzi jednotlivými krajinami. Napriek tomu sa zdá, že všetky krajiny majú k dispozícii vhodné regulačné nástroje pre primeranú realizáciu SAM s použitím štandardných regulačných nástrojov, ako je napríklad posudzovanie, schvaľovanie a inšpekcie. Je tu očakávanie a záväzok zo strany regulačných orgánov, aby záťažové testy a ich partnerská previerka prispeli k zrýchlenej realizácii nevyhnutných opatrení.

Všeobecne sú aspekty prevencie SAM rozvinuté vo väčšej miere ako aspekty na zmiernovanie dôsledkov. Stav realizácie zmiernovacích prvkov sa v jednotlivých krajinách líši, od prvotných úvah až po veľmi pokročilé štádiá rozvoja.

Núdzové opatrenia na lokalite a mimo lokality sa považujú za dôležité a doplnkové komponenty SAM. Zatiaľ čo opatrenia na lokalite pokryli záťažové testy, opatrenia mimo lokality zostávajú problematikou pre potenciálne ďalšie úvahy.

Na základe ponaučení zo záťažových testov a tohto partnerského posudzovania, zúčastnené krajiny ponúkajú na úvahu nasledovné odporúčania:

- 1) PSR by malo naďalej zostať ako silný regulačný nástroj pre kontinuálne posilňovanie ochrany do hĺbky všeobecne a konkrétne opatrení SAM. Ponaučenia z havárie vo Fukušime a zo záťažových testov by sa mali odraziť v rozsahu budúcich PSR.
- 2) Ako reakcia na predchádzajúce záväzky, by mali regulátori zapracovať referenčné úrovne WENRA vo vzťahu na SAM do svojich národných právnych rámcov a zabezpečiť ich realizáciu čo najskôr.
- 3) Efektívna realizácia SAM si vyžaduje primerané zabezpečenie hardvéru, aby sa mohli vykonávať zvolené stratégie.

- 4) Prostriedky na zachovanie integrity kontajmentu by mali zahrňovať hlavne zníženie tlaku v systéme chladenia reaktora, zabránenie poškodzujúcim výbuchom vodíka a prostriedky na riešenie dlhodobého pretlaku kontajmentu, ako je napríklad filtrované odvetrávanie.
- 5) Malo by sa vykonať systematické posúdenie zabezpečení SAM, so zameraním na dostupnosť a riadne fungovanie zariadení elektrárne za príslušných okolností, berúc do úvahy iniciačné udalosti havárií, zvlášť extrémne vonkajšie riziká a potenciálne ťažké pracovné podmienky.
- 6) Zhodnotenie zabezpečení SAM by malo brať do úvahy potrebu pracovať s ťažko poškodenou infraštruktúrou (t.j. ktorá má nefunkčné obvyklé prostriedky komunikácie a prístupu, atď.), na úrovni elektrárne, na podnikovej úrovni a národné aspekty a dlho trvajúce havárie postihujúce viac blokov zároveň (na jednotlivých a blízky lokalitách, podľa prípadu).
- 7) SAMG by sa mali komplexne validovať berúc do úvahy potenciál dlhého trvania havárie, degradovanú elektrárňu a okolité podmienky. Vopred naplánované kroky SAM by mali byť navrhnuté tak, aby fungovali efektívne a pevne počas vhodne dlhých období následne po iniciačnej udalosti. Vo väčšine prípadov by sa malo predpokladať trvanie minimálne niekoľko dní pre účely plánovania a posudzovania.
- 8) Školenia a cvičenia zamerané na kontrolovanie primeranosti SAM postupov a organizačných opatrení by mali zahrňovať testovanie rozšírených aspektov, ako je napríklad potreba koordinovaných opatrení na podnikovej a národnej úrovni a pre dlhotrvajúce udalosti.
- 9) Pri vypracovávaní akčných plánov SAM treba riešiť koncepčné riešenia pre riešenie kontaminácie po havárii a spracovanie potenciálne veľkých objemov kontaminovanej vody.
- 10) Treba posúdiť radiačnú ochranu obslužného personálu a všetkých ostatných pracovníkov zapojených do SAM a núdzových opatrení a potom zabezpečiť primeraným monitorovaním, zaručenou obývateľnosťou zariadení (posilnené zariadenie havarijnej odozvy na lokalite s radiačnou ochranou), ktoré sú potrebné pre riadenie havárie a vhodnú dostupnosť ochranného vybavenia a zaškolenia.
- 11) Hoci je PSA základným nástrojom pre šetrenie a vylepšenia v oblasti stanovovania priorít a na vyhodnotenie úplnosti realizácie SAM, nízke numerické odhady rizika by sa nemali použiť ako základ pre vylúčenie scenárov z úvah SAM, najmä ak sú dôsledky veľmi veľké.

8 ZÁVERY A ODPORÚČANIA

8.1 Zhrnutie súladu procesu previerky s odporúčaniami ENSREG a jeho kvalita

Názor vyplývajúci z partnerskej previerky národných správ je, že táto aktivita všeobecne naplnila špecifikácie ENSREG a že národné analýzy boli vykonané dobre, s výnimkou posudzovania rezerv vo vzťahu na extrémne prírodné riziká, ktoré vyvolali problémy. Výsledky boli poskytnuté načas. Krajiny sa

proaktívne snažili o zlepšenia bezpečnosti. Domnievame sa, že všetky zúčastnené krajiny si zaslúžia uznanie za vykonanú serióznu prácu.

Čo sa týka témy vonkajších rizík, celkovo správy jednotlivých krajín dobre pokryli projektové udalosti. Väčšina krajín preukázala primeraný prístup k seizmickej a záplavovej projektovej báze, hoci v národných prístupoch boli značné rozdiely. Avšak posudzovanie rezerv nad projektovú úroveň bolo dosť rozmanité a veľmi málo krajín hodnotilo hraničné efekty takým spôsobom, ako to požaduje ENSREG. Toto môže byť aj z dôvodu krátkeho času a neexistujúcej dôsledne uznávanej metódy v tejto oblasti. Mnohí regulátori tiež uviedli, že práce na tomto buď prebiehajú alebo sa plánujú v blízkej budúcnosti. Situácia je ešte menej uspokojivá s ohľadom na extrémne poveternostné podmienky a zvlášť pre kombinácie extrémnych poveternostných javov. **Výbor pre partnerské previerky odporúča, aby WENRA, so zapojením najlepších dostupných odborných znalostí z Európy, vypracovala usmernenie k hodnoteniu prírodných rizík, vrátane zemetrasenia, záplav a extrémnych poveternostných podmienok, ako aj zodpovedajúce usmernenie k hodnoteniu rezerv nad projektovú úroveň a hraničných efektov.**

Pri téme týkajúcej sa straty elektrického napájania a straty konečného odvodu tepla a ich kombinácie, všetky krajiny naplnili špecifikácie ENSREG vykonaním analýz. Vo väčšine prípadov bola kvalita správ dobrá, niektoré z nich poskytli analýzu s výnimočnou mierou podrobností. Treba poukázať na to, že krajiny, ktoré majú viac blokov si obvykle vybrali riešiť skôr typovo špecifické analýzy a nie špecifické pre danú elektrárňu.

Čo sa týka témy riadenia havárií, špecifikácie ENSREG boli v národných správach všeobecne pokryté vysoko kvalite, hoci úroveň detailu sa medzi krajinami líšila. Národné správy načrtli základné technické, procedurálne a organizačné zabezpečenia potrebné pre riadenie havárie a núdzové zabezpečenia na lokalite.

8.2 Zhrnutie vo vzťahu na rozsah záťažových testov k licenčnej báze, východisko k licenčnej báze a súladu elektrárne

Treba poznamenať, že správy zo záťažových testov a partnerská previerka nemohli poskytnúť vyčerpávajúce overenie komplexnosti a primeranosti zabezpečení. Výsledkom je, že tento proces nemôže nahradiť podrobnejšiu prácu, ktorú vykonávajú národné regulačné orgány.

Podľa informácií dostupných pre partnerskú previerku, národné regulačné orgány overili súlad elektrární s ich súčasnou licenčnou/bezpečnostnou základňou pred a počas záťažových testov, okrem svojich bežných procesov regulačného dohľadu. Boli vykonané špecializované inšpekcie a posudzovania a ukázali, že elektrárne boli v súlade s licenčnou bázou. Menšie odchýlky od regulačných požiadaviek sa vyriešili použitím štandardných regulačných postupov.

Pravidelné overovanie prostredníctvom inšpekcií a pochôdzok sa odporúča na ďalšie preukázanie trvalého súladu s regulačnými požiadavkami. Regulátori a prevádzkovatelia by sa mali podporiť, aby vypracovali postupy pre inšpekcie a pochôdzky elektrární za účelom zabezpečenia systematickejšieho vyhľadávania nesúladov.

Záťažové testy vyzdvihli význam PSR pre kontinuálne zvyšovanie bezpečnosti a odolnosti elektrární. **Výbor pre partnerskú previerku odporúča, aby skupina ENSREG podčiarkla dôležitosť periodického posudzovania bezpečnosti. Skupina ENSREG by mala najmä vyzdvihnúť potrebu prehodnocovania prírodných rizík a relevantných zabezpečení elektrární tak často, ako je to vhodné, ale najmenej každých 10 rokov.**

Regulátori by mali zvážiť vyžadovať od držiteľov povolení, aby prehodnotili projektovú bázu pre vonkajšie udalosti vždy, keď sú k dispozícii nové relevantné informácie a tiež počas PSR.

8.3 Hlavné výsledky pre rezervy, hraničné efekty a oblasti pre možné ďalšie vylepšenia

Ako už bolo uvedené, hodnotenie seizmických rezerv a rezerv pre záplavy bolo rozporné. Preto je ťažké určiť všeobecné výstupy vyplývajúce z týchto hodnotení. Existencia seizmických rezerv, často založená na technickom posudku, je zdieľaným názorom.

Mnoho krajín argumentovalo, že nadprojektová záplava je extrémne málo pravdepodobná udalosť a preto nevyhodnocovali takýto stav. Môže sa akceptovať, že na niektorých lokalitách, z dôvodu miestopisu sa akýkoľvek hraničný efekt spojený so záplavou dá prakticky eliminovať. Len malý počet krajín splnil špecifikácie ENSREG relevantné pre posudzovanie rezerv pri záplave. Skupina ENSREG požiadala o vyhodnotenie postupného zvyšovania záplavovej hladiny nad projektovú bázu a určenie hraničných efektov, ako aj potenciálnych zlepšení na ich vyriešenie. Tento prístup sa osvedčil. Odporúča sa, aby skupina ENSREG povzbudila národných regulátorov, aby zvážili požadovanie vyhodnotenia rezerv pri záplave v súlade so špecifikáciami ENSREG, keďže to môže poskytnúť cenný pohľad na efektívne a realizovateľné vylepšenia.

Čo sa týka straty elektrického napájania a straty konečného odvodu tepla, všetky krajiny odhadli hraničné efekty týkajúce sa rôznych kombinácií strát striedavého/jednosmerného napájania a/alebo chladiacej vody. V niektorých prípadoch metodiku určujúcu hraničné efekty rozsiahle pokryli národné správy a v iných prípadoch sa preberala počas prezentácií jednotlivých krajín. V tomto ohľade sa dá rezerva vyjadriť ako časové rozpätie predtým, ako je nutné obnoviť bezpečnostné funkcie. Výsledky sa výrazne odlišovali v závislosti od typu zariadenia a zvažovaných hraničných efektov. Pri najzávažnejšej úplnej strate chladenia bez akýchkoľvek krokov na obnovenie chladenia bol obvykle čas, pokým sa palivo zohrialo v rozmedzí od 1 do 10 hodín. Spolu s krokmi na obnovu dodávky sa čas predĺžil za túto hranicu, 72 hodín (špecifikácia ENSREG nevyžadovala hodnotenie nad 72 hodín). Boli identifikované početné vylepšenia týkajúce sa hardvéru a postupov; niektoré boli zrealizované a iné sú stále v štádiu plánovania.

Pri riadení havárií treba poznamenať, že hoci opatrenia pre riadenie ťažkých havárií boli spočiatku nad projektovú bázu pre všetky prevádzkované JE, všetky krajiny sú teraz zaviazané k realizácii nevyhnutných opatrení na modernizáciu bezpečnosti, vrátane organizačných, procedurálnych a technických prostriedkov.

Všeobecne preventívne aspekty riadenia ťažkých havárií sú lepšie rozvinuté ako aspekty zmierňovania dôsledkov. Realizácia zmierňovacích prvkov sa dosť líši medzi jednotlivými krajinami, od počiatkovej

úvahy až po veľmi pokročilé štádium vývoja. Obzvlášť je potrebné zaistiť opatrenia požadované na udržanie integrity kontajnementu.

Havária vo Fukušime poukázala a na nové otázky, ktoré treba riešiť pri riadení havárií, napríklad potrebu vykonávať aktivity s ťažko poškodenou infraštruktúrou a zvažovanie havárií postihujúcich viac blokov naraz. Ďalšie nové problematiky zahrňujú rozdelenie zodpovedností medzi úroveň elektrárne, úroveň podniku a národnú úroveň.

8.4 Hlavné výsledky k možným prostriedkom na zvýšenie odolnosti

Pri vonkajších rizikách národné správy identifikovali významné vylepšenie špecifické pre danú elektrárňu, najmä seizmické modernizácie a fyzikálne prvky protipovodňovej ochrany na zvýšenie odolnosti. Napríklad, zvýšenie výšky otvorov do chránených miestností alebo zabezpečenie ďalších dočasných priehrad protipovodňovej ochrany sú dôležité a treba ich zvážiť.

Podobne v oblasti straty elektrického napájania a straty odvodu tepla všetky krajiny identifikovali zlepšenia, ktoré by zvýšili odolnosť. Najsľubnejšie zlepšenia, ktoré zvažujú mnohé krajiny, sú dodatočné zásobovanie elektrickou energiou a vodou, ktoré majú zabezpečiť mobilné jednotky, pre ktoré by boli vopred pripravené prípojky, predĺženie kapacity batérií, ďalšie zdroje vody, rozšírené alebo dodatočné zásobovanie palivom, prístupnosť zapojených armatúr, ako aj rôzne prevádzkové vylepšenia.

Regulátori vykonávajú dohľad nad plánmi prevádzkovateľov na zlepšenia a mali by zvážiť najefektívnejšie opatrenia na zvýšenie odolnosti.

V rámci riadenia havárií všetky krajiny sa už zaviazali k realizácii modernizácie bezpečnostných opatrení ako nevyhnutných opatrení pre udalosti nad projektovú bázu. Základné zložky SAM, vrátane organizačných, procedurálnych a technických prostriedkov sú už dobre zavedené. Zabezpečenie hardvéru na udržanie integrity kontajnementu bolo známe ako dôležité už pred haváriou vo Fukušime a bolo zrealizované v niekoľkých krajinách. Ak sa takéto zabezpečenia ešte nerealizovali, mali by sa zrealizovať. **Bezodkladná realizácia uznaných opatrení na ochranu integrity kontajnementu je zistením z partnerskej previerky, ktoré by národné regulačné orgány mali zvážiť.**

Opatrenia, ktoré je treba prijať sa môžu líšiť v závislosti od projektu elektrární. Pre vodou chladené reaktory zahrňujú zariadenia, postupy a usmernenia pre riadenie havárií na:

- zníženie tlaku v primárnom okruhu za účelom zabránenia roztavenia AZ pri vysokom tlaku;
- zabránenie výbuchu vodíka;
- na zabránenie pretlaku v kontajmente.

Jedným z ponaučení z Fukušimy je, že rozsah SAM je treba rozšíriť v týchto oblastiach, zvlášť pri udalostiach postihujúcich viac blokov s dlhým trvaním, v podmienkach devastovanej lokality, drsných podmienkach a kontaminácia. Zistením z partnerskej previerky je nevyhnutná realizácia opatrení, ktoré

umožnia predchádzať haváriám a obmedzovať ich dôsledky v prípade extrémnych prírodných nebezpečenstiev, ktoré by mali národné regulačné orgány zväziť.

Z veľkej časti sú usmernenia SAM vypracované len pre prevádzku pri výkone a len v niekoľkých prípadoch sú SAMG pre podmienky odstavenej elektrárne, bazény na vyhorené palivo alebo udalosti postihujúce viac blokov. Ak SAMG neplatia pre všetky stavy elektrárne, prevádzkovatelia majú plány na ich rozšírenie v rámci niekoľkých rokov. SAMG by sa mali vypracovať pre všetky podmienky elektrárne, havárie v bazénoch na vyhorené palivo, havárie postihujúce viac blokov a dlhotrvajúce udalosti. Validácia a overovanie SAMG je taktiež podstatné pre zabezpečenie ich realizovateľnosti, odolnosti a spoľahlivosti a preto by mali tvoriť neoddeliteľnú súčasť ich realizačného procesu.

Metódy a nástroje pre školenia a cvičenia SAM sa majú ďalej vylepšovať. SAMG by sa mali pravidelne nacvičovať pre ťažké havárie za veľmi tvrdých podmienok, berúc do úvahy rozšírený rozsah SAM.

Zariadenia potrebné pre SAM, vrátane meracej techniky a komunikačných prostriedkov, musia byť odolné voči vonkajším rizikám a mala by sa zaistiť dostatočná spoľahlivosť v podmienkach ťažkej havárie. Akékoľvek mobilné zariadenia, ktoré sa majú využiť na riadenie havárie by sa mali tiež skladovať na mieste, ktoré je odolné voči extrémnym prírodným rizikám.

Havarijné strediská na lokalite by mali byť k dispozícii a mali by byť naprojektované tak, aby odolali extrémnym prírodným a rádiologickým rizikám.

Nakoniec, v každej elektrárni, ktorá zažíva haváriu, by mal byť rýchlo k dispozícii potrebný ďalší personál a materiálne zdroje, berúc do úvahy možnú devastáciu spôsobenú prírodnou katastrofou.

Okrem už spomínaných prostriedkov na zlepšenie odolnosti sa diskutovalo aj o koncepte "hardened core". "Hardened core" sa definuje ako obmedzený súbor materiálových a organizačných opatrení navrhnutých tak, aby zabezpečili základné bezpečnostné funkcie v extrémnych situáciách. Funkciou "hardened core" je zabrániť ťažkej havárii alebo obmedziť jej progresiu, obmedziť veľké úniky a umožniť prevádzkovateľom vykonávať havarijný manažment. "Hardened core" bude navrhnutý tak, aby odolal podmienkam, ktoré sú výrazne závažnejšie, ako je projektový základ elektrárne. Významný počet európskych elektrární sa rozhodol realizovať "hardened core." Mnoho posudzovateľov malo pocit, že koncept je treba ďalej posúdiť predtým, ako sa môže považovať za európsku referenciu.

8.5 Najdôležitejšie hodnotenia, nadväzujúce kroky, rozhodnutia a opatrenia, ktoré už boli regulátormi a prevádzkovateľmi prijaté

Existuje dôkaz, že národné regulačné orgány boli proaktívne v požadovaní zlepšení a ďalších analýz od prevádzkovateľov, aj keď s rôznymi časovými rozvrhmi.

V mnohých krajinách sa vykonali inšpekcie v oblastiach, ktoré sa týkali Fukušimy. Mali by sa vykonať ďalšie inšpekcie, aby sa zaistilo, že zariadenia sú riadne nainštalované a udržiavané a odporúča sa, aby národné regulačné orgány zaviedli programy pre takéto inšpekcie, najmä pre dočasné a mobilné zariadenia používané na zmierňovanie nadprojektových vonkajších udalostí a následných havárií.

Zabezpečenia hardvéru, vrátane mobilných zariadení, sa realizovali alebo boli v procese realizácie ešte pred Fukušimou. Po Fukušime regulátori a prevádzkovatelia prehodnotili zabezpečenia a navrhli vylepšenia. Existuje všeobecný záväzok k realizácii týchto zabezpečení, takže v niektorých prípadoch boli mobilné zdroje už obstarané. Toto je aj prípad opatrení SAM.

Hoci existuje spoločná dohoda, čo sa týka rozsahu väčšiny opatrení, k rozsahu ich realizácie sa stále prístupuje odlišne, v závislosti od už existujúcej situácie a regulačného prostredia. Napríklad, toto je prípad havarijného strediska na lokalite, dostupnosti vzdialenej podpory, pevného alebo mobilného zariadenia, modernizácie a dodatočných vrstiev ochrany.

8.6 Odporúčania pre ENSREG pre budúce pozície a kroky

Akčné plány pre budúce analýzy a následnú realizáciu zlepšovacích opatrení už boli definované alebo budú v krátkom čase definované vo všetkých krajinách. Všeobecným cieľom je vykonať zlepšenia čo najskôr s tým, že sa treba zamerať na tie opatrenia, ktoré sa dajú uskutočniť rýchlo, čím zabezpečia okamžitý prínos. Avšak harmonogram pre dokončenie všetkých aspektov akčných plánov sa významne líši v závislosti od rozsahu prác a regulačného procesu. Odporúča sa, aby v rámci existujúcich dohôd skupina ENSREG identifikovala prístup tak, aby bol tento veľký objem prác sledovaný a aby sa zaviedli mechanizmy pre vykazovanie realizácie vylepšení a pre ďalšie zdieľanie skúseností. Takéto vykazovanie by sa napríklad mohlo uskutočňovať ako súčasť správ, ktoré vypracovali členské štáty v rámci európskej bezpečnostnej smernice.

Partnerská previerka identifikovala štyri hlavné závery, okrem mnohých detailných zistení a odporúčaní obsiahnutých v tejto správe.

Celkovo bol súlad so špecifikáciami ENSREG dosť dobrý. Avšak partnerská previerka vyzdvihla odchýlky od špecifikácií záťažových testov v oblasti prírodných rizík, kde existujú významné rozdiely v národných prístupoch a kde boli problémy s posudzovaním rezerv a hraničných efektov.

Výbor pre partnerskú previerku odporúča, aby WENRA, so zapojením najlepších dostupných odborných znalostí z Európy, vypracovala usmernenie k posudzovaniu prírodných rizík, vrátane zemetrasenia, záplav a extrémnych poveternostných podmienok, ako aj zodpovedajúce usmernenie k rezervám nad projektovú bázu a hraničným efektom.

Záťažové testy ukázali, že periodické hodnotenia bezpečnosti sú v zúčastnených krajinách dobre zavedené a tvoria základ pre kontinuálne zlepšovanie elektrární, ako aj pre pravidelné prehodnocovanie licenčnej bázy.

Výbor pre partnerskú previerku odporúča, aby skupina ENSREG podčiarkla dôležitosť periodického hodnotenia bezpečnosti v oblasti prírodných rizík. Skupina ENSREG by mala vyzdvihnúť nevyhnutnosť prehodnocovať prírodné riziká tak často, ako je to vhodné, ale najmenej každých 10 rokov.

Všetky krajiny zúčastňujúce sa na tejto previerke uznávajú prínos referenčných úrovní WENRA, ktoré sú aplikovateľné na SAM.

Zistením z partnerskej previerky je naliehavá realizácia uznaných opatrení na ochranu integrity kontajneru, ktorú by mali národné regulačné orgány zvážiť.

Udalosti vo Fukušime tiež ukázali, že ochranu do hĺbky je treba posilniť, berúc do úvahy ťažké havárie vyplývajúce z extrémnych prírodných rizík, ktoré výrazne presahujú projektovú bázu. Takéto situácie môžu vyústiť do deštrukcie a izolácie lokality, čo je udalosť s dlhým trvaním, nedostupnosťou početných bezpečnostných systémov, súbežnými haváriami na niekoľkých elektrárňach, vrátane ich bazénov na vyhorené palivo a prítomnosť rádioaktívnych únikov.

Zistením z partnerskej previerky je nevyhnutná realizácia opatrení umožňujúcich predchádzanie haváriám a obmedzenie ich dôsledkov v prípade extrémnych prírodných rizík, ktoré by národné regulačné orgány mali zvážiť.

Jedným z dôležitých výsledkov interakcie s verejnosťou je silný dopyt po európskej iniciatíve ohľadne vonkajšej havarijnej pripravenosti.. Tento predmet nebol súčasťou mandátu pre partnerskú previerku. Avšak Výbor jasne uznáva dôležitosť zaoberať sa otázkou havarijnej pripravenosti mimo lokality v celej Európe, ako následný krok po katastrofe vo Fukušime.

Nakoniec treba spomenúť, že vykonanie takejto partnerskej previerky bolo výzvou a vyžadovalo od zúčastnených krajín významné zdroje. V tomto zmysle je potrebné považovať ju za výnimočnú aktivitu, ktorú nemožno často opakovať. Napriek tomu bola väčšinou účastníkov posudzovaná veľmi pozitívne a očakáva sa, že prispeje k zvýšeniu bezpečnosti v Európe a v každej európskej krajine.

9 PRÍLOHY

Zoznam skratiek

AC	Alternating Current – striedavý prúd
AGR	Advanced Gas-cooled Reactor - zdokonalené plynné chladenie reaktora
AM(P)	Accident Management (Program) – program riadenia havárií
BDB	Beyond Design Basis - nadprojektové
BWR	Boiling Water Reactor – varný reaktor
DBE	Design Basis Earthquake – projektové zemetrasenie
DBF	Design Basis Flood – projektová záplava
DC	Direct Current – jednosmerný prúd
DG	Diesel Generator - dieselgenerátor
EC	European Commission – Európska komisia
ECC	Emergency Control Centre – havarijné riadiace stredisko
ECR	Emergency Control Room – núdzová dozorňa
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
EOP	Emergency Operating Procedures – havarijné prevádzkové postupy
EU	European Union – Európska únia
EUC	European Union Council – Rada EÚ
IAEA	International Atomic Energy Agency – Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
JRC EC	Joint Research Centre – spoločné výskumné centrum
LOOP	Loss of Off-site Power – strata vonkajšieho napájania
MCR	Main Control Room – hlavná dozorňa
NPP	Nuclear Power Plant – jadrová elektrárň (JE)
PAR	Passive Autocatalytic Recombiner – pasívny autokatalytický rekombinátor
PGA	Peak Ground Acceleration – špičkové zrýchlenie na povrchu terénu
PSA	Probabilistic Safety Analysis – pravdepodobnostná bezpečnostná analýza
PSR	Periodic Safety Review – periodické hodnotenie bezpečnosti
PWR	Pressurized Water Reactor – tlakovodný reaktor
RCIC	Reactor Core Isolation Cooling - chladiaci systém pre izoláciu AZ reaktora
RCP	Reactor Coolant Pump - hlavné cirkulačné čerpadlo
RCS	Reactor Coolant System – systém chladenia reaktora
RLs	Reference Levels – referenčné úrovne
SA(M)(G)	Severe Accident (Management) (Guidelines) – smernica pre riadenie ťažkých havárií
SBO	Station Blackout – strata všetkých zdrojov napájania elektrárne
SG	Steam Generator – parný generátor
SL1 / SL2	Seismic Level 1 / Seismic Level 2 – seizmická úroveň
SFP	Spent Fuel Pool/Spent Fuel Pond – bazén na vyhorené palivo (BSVP)
SFSF	Spent Fuel Storage Facility – zariadenie na skladovanie vyhoreného paliva
SSC	Structure, System and Component – systémy, konštrukcie a komponenty (SKK)
TMI	Three Mile Island (accident) havária na TMI
UHS	Ultimate Heat Sink – konečný odvod tepla
WANO	World Association of Nuclear Operators – Svetové združenie prevádzkovateľov JE
WENRA	Western European Nuclear Regulators' Association – Západoeurópske združenie regulátorov

Správy jednotlivých krajín

Štatistika o otázkach prijatých k národným správam

Počet otázok položených posudzovateľmi pre danú krajinu:

Rakúsko - AT	147
Belgicko - BE	118
Bulharsko - BG	37
Chorvátsko - HR	16
Česká republika - CZ	60
Dánsko - DK	8
Fínsko - FI	27
Francúzsko - FR	108
Nemecko - DE	148
Grécko - GR	18
Maďarsko - HU	28
Írsko - IE	21
Taliansko - IT	50
Litva - LT	27
Luxemburg - LU	34
Holandsko - NL	128
Poľsko - PL	44
Rumunsko - RO	44
Slovensko - SK	47
Slovinsko - SI	50
Španielsko - ES	126
Švédsko - SE	7
Švajčiarsko - CH	102
Ukrajina - UA	175
Spojené kráľovstvo - UK	45
Európska komisia - EC	399

Počet otázok prijatých na krajinu:

Belgicko – BE	174
Bulharsko – BG	128
Česká republika – CZ	137
Fínsko – FI	122
Francúzsko – FR	144
Nemecko – DE	101
Maďarsko – HU	98
Litva – LT	62
Holandsko – NL	90
Rumunsko – RO	96

Slovensko – SK	83
Slovinsko – SI	139
Španielsko – ES	175
Švédsko – SE	120
Švajčiarsko – CH	123
Ukrajina – UA	88
Spojené kráľovstvo – UK	120
Všeob. pre všetky krajiny - CG	14

Nasledovné počty otázok boli prijaté k nasledovným tematickým oblastiam:

Všeobecná kvalita národných správ a hodnotení	74
Hodnotenia s ohľadom na zemetrasenia, záplavy a extrémne poveternostné podmienky	422
Hodnotenia s ohľadom na stratu zdroja elektrického napájania a stratu konečného odvodu tepla	587
Hodnotenia s ohľadom na riadenie ťažkých havárií	931

Zoznam účastníkov

Členovia výboru

Meno	Krajina	Rola
Garribba M.	EC	Zástupca Európskej komisie
Gurgui A.	ES	Podpredseda
Jamet P.	FR	Predseda
Krs P.	CZ	Projektový manažér
Liszka E.	SE	Líder tímu, strata bezpečnostných systémov
Misak J.	SK	Líder tímu, ťažké havárie
Molin A.	AT	Predstaviteľ krajiny bez jadra
Shepherd D.	UK	Líder tímu, vonkajšie udalosti

Posudzovatelia

Meno	Krajina	Meno	Krajina
Adorján F.	HU	Martin-Ramos M.	EC
Alm-Lytz K.	FI	Matteocci L.	IT
Aszódi A.	HU	Mattila R.	FI
Avdijev K.	BG	Misak J.	SK
Bai J.	FR	Munuera A.	ES
Bennemo L.	SE	Noel M.	EC
Bogdan D.	RO	Nystrup P. E.	DK
Boichuk V.	UA	Pascal G.	EC

Bucalossi A.	EC	Patasius Z.	LT
Canadell- Bofarull V.	EC	Perez A.	ES
Ciurea-Ercau C.	RO	Podjavoršek M.	SI
Decker K.	AT	Raimond E.	FR
Delfini G.	NL	Ranieri R.	IT
Dinca E.	RO	Ratajova M.	CZ
Duchac A.	EC	Rebleanu I.	RO
Elsing B.	EC	Reer B.	CH
Filipov O.	UA	Rovny J.	SK
Foucher L.	FR	Rühl E.	DE
Frid W.	SE	Sairanen R.	FI
Gadó J.	HU	Shepherd D.	UK
Ganchev T.	BG	Sholomitsky S.	UA
Glockler O.	EC	Smith K.	IE
Grözinger O. II	DE	Staron E.	PL
Harrison S.	UK	Tchien Minh Tang	BE
Hart A.	UK	Thiry J.C.	LU
Hirsch H.	AT	Tipek Z.	CZ
Hulsmans M.	EC	Tombuyses B.	BE
Jansen R.	NL	Tomic B.	AT
Jimenez A.	ES	Tronea M.	RO
Jirsa P.	EC	Tsvetanov V.	EC
Kiełbasa W.	PL	Tsvetanova E.	BG
Kimtys E.	LT	Uhrik P.	SK
Kirchteiger C.	EC	Van Rompuy T.	BE
Koehne W.	EC	Vesely J.	CZ
Legenis V.	LT	Vrankar L.	SI
Liszka E.	SE	Vuorio U.	FI
Louis T.	NL	Weidenbrück K.	DE
Loy D.	CH	Yadigaroglu G.	GR
Majdanski M.	PL	Zerger B.	EC
Maresca G.	IT	Zwicky P.	CH

Pozorovatelia

Meno	Krajina/ Organizácia
Bajs T.	HR
Bannai T.	JP
Basic I.	HR
Drake P. FANR,	UAE
El-Shanawany M.	IAEA
Fukushima Y.	IAEA
Hirano M.	JP
Hopkins J.	US-NRC
Kuzmina I.	IAEA
Lecann G. FANR,	UAE

Lyubarskiy A.	IAEA
Mahmood H.	IAEA
Norton C.	US-NRC
Ogura K.	JP
Schwarz G.R.	CNSC
Šimic Z.	HR
Uchiyama Y.	JP
Yllera J.	IAEA

Členovia pracovnej skupiny pre komunikáciu

Meno	Krajina
Besenyei E.	HU
Clipet N.	FR
Forster A.	AT
Jackson C.	FR
Krivos M.	EC
Leblancdemolines J.-M.	FR
Lyons C.	UK
Muner R.	AT
Petit E.	FR