

Sdružení dozorných orgánů nad jadernou bezpečností v západní Evropě

Jaderná bezpečnost v kandidátských zemích EU

(Český překlad souhrnu a části týkající se ČR)

Říjen 2000

Obsah

Bulharsko	4
Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán.....	4
Stav bezpečnosti jaderných elektráren	4
Kozloduj, bloky 1 – 4 (VVER-440/230)	4
Kozloduj, bloky 5 – 6 (VVER-1000/320)	4
Česká republika	4
Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán.....	4
Stav bezpečnosti jaderných elektráren	4
Dukovany, bloky 1-4 (VVER-440/213)	4
Temelín, bloky 1 – 2 (VVER-1000/320).....	4
Maďarsko	4
Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán.....	4
Paks, bloky 1 – 4 (VVER-440/213).....	5
Litva	5
Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán.....	5
Stav bezpečnosti jaderných elektráren	5
Ignalina, bloky 1 – 2 (RBMK 1500).....	5
Rumunsko	5
Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán.....	5
Stav bezpečnosti jaderných elektráren	5
Cernavoda, blok 1 (Candu 6).....	5
Slovensko	5
Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán.....	5
Stav bezpečnosti jaderných elektráren	5
Bohunice V1 (VVER-440/230)	5
Bohunice V2 (VVER-440/213)	6
Mochovce, bloky 1 – 2 (VVER-440/213)	6
Slovinsko	6
Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán.....	6
Stav bezpečnosti jaderných elektráren	6
Krško (Western PWR).....	6
Česká republika	7
Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán.....	7
Bezpečnostní stav jaderných elektráren	7
<i>Jaderná elektrárna Dukovany</i>	7
<i>Jaderná elektrárna Temelín</i>	7
Kapitola 1: Stav provádění dozorné činnosti a dozorného orgánu	8
Právní rámec.....	8
Stav dozorného orgánu a infrastruktura technické podpory	8
Stav provádění dozorných činností.....	9
Havarijní připravenost ze strany vlády.....	10
Závěry.....	10
Kapitola 2: Stav bezpečnosti jaderných elektráren	11
<i>Data</i>	11
Dukovany, bloky 1 – 4	11
<i>Základní technické rysy</i>	11
Základní aspekty projektu	11
Tlaková nádoba reaktoru a hranice tlaku primárního okruhu	12
Kontejnment	12
Bezpečnostní systémy a rizika	12
Systémy měření a regulace a havarijní elektrické napájení	13
Nadprojektové havárie a vážné havárie	13
<i>Vyhodnocení bezpečnosti a programy pro další zlepšení</i>	13
Vyhodnocení bezpečnosti a dokumentace.....	13
Pravděpodobnostní ohodnocení bezpečnosti	13
Bezpečnostní opatření a další ohodnocení.....	14
Programy pro zvýšení bezpečnosti	14

<i>Provozní bezpečnost</i>	14
Organizace, postupy , provoz a údržba	14
Bezpečnostní kultura a řízení zabezpečování jakosti	14
Provozní zkušenosti	14
Havarijní připravenost	15
Temelín, bloky 1 – 2	16
Základní aspekty projektu	16
Tlaková nádoba reaktoru a tlaková hranice primárního okruhu	17
Kontejnment	17
Bezpečnostní systémy a ochrana proti rizikům	18
Nadprojektové havárie a vážné havárie	18
<i>Bezpečnostní vyhodnocení a programy pro další zlepšení</i>	19
Vyhodnocení bezpečnosti a dokumentace	19
Pravděpodobnostní ohodnocení bezpečnosti	19
Bezpečnostní mise a další zlepšení	19
<i>Provozní bezpečnost</i>	19
Organizace, postupy, provoz a údržba	19
Bezpečnostní kultura a vedení, zabezpečování jakosti	19
Provozní zkušenosti	20
Havarijní připravenost	20
Národní infrastruktura průmyslu pro technickou podporu	20
Ukládání vyhořelého paliva a odpadu v místě elektrárny	20
Závěry	21
(i) Dukovany, bloky 1 - 4	21
(ii) Temelín, bloky 1 - 2	21
<i>Literatura</i>	21

Obecné závěry asociace WENRA týkající se jaderné bezpečnosti v kandidátských zemích Evropské unie

My, vedoucí představitelé dozorných orgánů nad jadernou bezpečností shromážděných v asociaci WENRA s ohledem na stav dosažený v oblasti zajišťování jaderné bezpečnosti v kandidátských zemích do Evropské unie a se znalostí výsledků zkoumání odborníků asociace WENRA z francouzských a německých organizací technické podpory, jsme dospěli k následujícím závěrům:

BULHARSKO

Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán

V současné době není provádění dozorné činnosti v souladu s praxí obvyklé v západní Evropě, protože dozornému orgánu neposkytuje dostatečnou nezávislost. Zdroje dozorného orgánu jsou rovněž nepostačující pro plnění jeho povinností.

Stav bezpečnosti jaderných elektráren

Kozloduj, bloky 1 – 4 (VVER-440/230)

I když došlo ke zlepšení situace, bloky 1 – 4 elektrárny Kozloduj nedosáhly přijatelnou úroveň bezpečnosti. Mimo jiné nadále trvají pochybnosti ohledně toho, jestli se systém kontejmentu bude schopen vyrovnat se prasknutím potrubí primárního okruhu. I kdyby bylo nalezeno řešení tohoto problému, pro dosažení nezbytných zlepšení, které by zabezpečily odpovídající úroveň standardu západoevropských reaktorů, by bylo nutné vynaložit značné množství času a úsilí. Bulharská vláda vyhlásila své rozhodnutí uzavřít bloky 1 – 2 elektrárny Kozloduj před rokem 2003.

Kozloduj, bloky 5 – 6 (VVER-1000/320)

Jestliže zde budou modernizační programy provedeny řádným způsobem, bloky 5 – 6 elektrárny Kozloduj by měly dosáhnout úroveň bezpečnosti srovnatelnou s úrovní bezpečnosti západoevropských reaktorů stejné generace.

ČESKÁ REPUBLIKA

Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán

Provádění dozorné činnosti a dozorný orgán v České republice jsou srovnatelné s praxí západní Evropy. Existuje kvalitně definovaný licenční proces v souladu se západní praxí.

Stav bezpečnosti jaderných elektráren

Dukovany, bloky 1-4 (VVER-440/213)

Již v počátečních letech provozu byla realizována zlepšení pro odstranění bezpečnostních nedostatků původního projektu. Byl zahájen rozsáhlý modernizační program, umožňující dosáhnout na blocích 1 – 4 elektrárny Dukovany srovnatelné úrovně jaderné bezpečnosti jako u západoevropských reaktorů stejné generace. Všechny záležitosti kromě modernizace systému měření a regulace budou vyřešeny do roku 2004.

Temelín, bloky 1 – 2 (VVER-1000/320)

Program zlepšení úrovně jaderné bezpečnosti pro bloky 1 – 2 elektrárny Temelín představuje nejkomplexnější program, který byl kdy aplikován na reaktor typu VVER-1000. Pro integraci východních a západních technologií a pro zajištění odpovídajícího licenčního procesu byly použity standardní západní postupy. Několik bezpečnostních otázek musí být ještě dořešeno. Jestliže tyto otázky budou dořešeny, bloky 1 – 2 elektrárny Temelín by měly dosáhnout bezpečnostní úroveň srovnatelnou s úrovní jaderné bezpečnosti západoevropských reaktorů, které jsou v současné době v provozu.

MAĎARSKO

Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán

Provádění dozorné činnosti a dozorný orgán v Maďarsku jsou srovnatelné s praxí západní Evropy. Existuje kvalitně definovaný licenční proces v souladu se západní praxí. .

Stav bezpečnosti jaderných elektráren

Paks, bloky 1 – 4 (VVER-440/213)

U bloků 1 – 4 elektrárny Pakš byl realizován zcela zásadní program pro zlepšení bezpečnosti, který je přivedl na úroveň srovnatelnou s reaktory západní Evropy stejné generace. Pro další zlepšení bezpečnosti probíhá rozsáhlá modernizace systémů měření a regulace.

LITVA

Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán

Právní systém a provádění dozoru se v průběhu minulých let podstatně zdokonalil. Existuje licenční systém. Pro dosažení úrovně srovnatelné s praxí v západní Evropě je však třeba vynaložit další úsilí. Je třeba změnit právní postavení elektrárny takovým způsobem, aby provozující organizace nesla plnou odpovědnost a měla veškeré pravomoci v oblasti bezpečnosti elektrárny. Zdroje a technická podpora dozorného orgánu musí být posíleny a je třeba, aby si dozor nad jadernou bezpečností zachoval svoji nezávislost i v průběhu probíhající reorganizace vládních institucí.

Stav bezpečnosti jaderných elektráren

Ignalina, bloky 1 – 2 (RBMK 1500)

I přesto, že bloky 1 – 2 elektrárny Ignalina byly podstatně zlepšeny, nemohou reálně dosahovat bezpečnostní úrovně srovnatelné se západoevropskými reaktory. Bylo již přijato rozhodnutí o odstavení 1. bloku před rokem 2005. Současná finanční situace elektrárny musí být zlepšena, aby nedošlo ke zdržení probíhajícího modernizačního programu.

RUMUNSKO

Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán

Rumunsko provádí odpovídající kroky pro vytvoření dozorného orgánu tak, aby jeho činnost byla srovnatelná s praxí západní Evropy. Je třeba vynaložit další úsilí pro zajištění kapacit k vyhodnocování bezpečnosti, pro založení organizace pro řešení havárií v rámci dozorného orgánu a pro přepracování právních předpisů v této oblasti.

Stav bezpečnosti jaderných elektráren

Cernavoda, blok 1 (Candu 6)

Reaktor Candu 6 jaderné elektrárny Cernavoda je podobný reaktorům, které jsou v provozu v elektrárně Gentilly 2 a Point-Lepreau v Kanadě. Hlavní znepokojení souvisí s finanční situací jaderné elektrárny: Při současné situaci může mít vedení podniku vážné potíže při zajišťování a udržování odpovídající úrovně bezpečnosti.

SLOVENSKO

Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán

Provádění dozorné činnosti a dozorný orgán na Slovensku jsou srovnatelné s praxí západní Evropy. Lidské a finanční zdroje dozorného orgánu je však třeba dále posílit, aby byly zabezpečeny odpovídající pracovní podmínky pro zaměstnance.

Stav bezpečnosti jaderných elektráren

Bohunice V1 (VVER-440/230)

Dokončuje se zásadní modernizační program, který podstatně zvýší bezpečnost reaktorů. (bloky 1 – 2). Přetrvávají pochybnosti o schopnosti kontejmentu vyrovnat se s prasknutím hlavního potrubí primárního okruhu. Bude-li možné nalézt řešení tohoto problému, elektrárna by měla dosahovat bezpečnostní úrovně srovnatelné se západními reaktory stejné generace. Slovenská vláda ohlásila své rozhodnutí uzavřít tyto bloky v letech 2006 a 2008.

Bohunice V2 (VVER-440/213)

Od roku 1990 byla v elektrárně Bohunice V2 (bloky 3 – 4) realizována podstatná zlepšení. Po realizaci probíhajících modernizačních opatření, tj. kolem roku 2002, se očekává, že bezpečnostní úroveň těchto bloků bude srovnatelná s bezpečnostní úrovní západoevropských reaktorů stejné generace.

Mochovce, bloky 1 – 2 (VVER-440/213)

Ve srovnání se staršími reaktory stejného typu (VVER 440-213) bloky 1 – 2 elektrárny Mochovce zahrnovaly řadu změn již ve fázi návrhu. I když je i nadále třeba provést některé zbývající práce pro potvrzení všech částí bezpečnostní analýzy, bezpečnostní úroveň bloků 1 – 2 je srovnatelná s bezpečnostní úrovní jaderných elektráren, které jsou v provozu v západní Evropě.

SLOVINSKO

Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán

Pro dosažení srovnatelnosti s praxí západní Evropy je třeba provést přepracování jaderné legislativy se zaměřením na určené nedostatky. Dozorný orgán byl vytvořen a funguje obecně v souladu se západní praxí a metodami; pro zvýšení schopnosti nezávislého vyhodnocení bezpečnosti je však třeba zvýšit rozpočet a zlepšit finanční situaci.

Stav bezpečnosti jaderných elektráren

Krško (Western PWR)

Elektrárna Krško představuje tlakovodní reaktor západní konstrukce a jeho bezpečnostní úroveň je srovnatelná s provozovanými jadernými elektrárnami v západoevropských zemích. V nedávné době byl dokončen rozsáhlý modernizační program. Bezpečnostní aspekty provozu z dlouhodobého hlediska musí být vyhodnoceny. Kromě toho je třeba dokončit vyhodnocení několika bezpečnostních otázek.

Stručný souhrn

ČESKÁ REPUBLIKA

Stav provádění dozorné činnosti a dozorný orgán

Provádění dozorné činnosti a dozorný orgán v České republice jsou srovnatelné se situací v západní Evropě. Stav SÚJB se považuje za srovnatelný se stavem dozorných orgánů v západní Evropě. SÚJB vytvořil řadu legislativních úprav včetně kvalitně definovaného licenčního procesu, jejichž hodnocení při srovnání s postupy dozorných orgánů nad jadernou bezpečností v zemích západní Evropy vyznívá příznivě.

Další zlepšení by mohla vyplývat z následujících doporučení. Doporučuje se, aby vláda České republiky zvažila přiřazení vysoké priority zavedení nového zákona o havarijním plánování. SÚJB by měl být požádán o předložení návrhu se zřetelem na odstranění příliš podrobných požadavků z dokumentů na vyšších úrovních legislativní pyramidy. Je také třeba přizpůsobit pravidla SÚJB pro nakládání s rozpočtovými prostředky, aby úřad mohl v odpovídajících případech získávat vysoce kvalitní technickou podporu v dlouhodobém horizontu.

Bezpečnostní stav jaderných elektráren

Jaderná elektrárna Dukovany

V počátečních letech provozu byly provedeny změny, v rámci kterých byly pro odstraněny nedostatky původního projektu. Do roku 2004 bude dokončen rozsáhlý modernizační program nazvaný MORAVA, vyjma části týkající se nahrazení systému měření a regulace.

Bezpečnostní kultura se zdá být odpovídající. Vyhodnocení bezpečnosti a ověřovací dokumentace, tj. pravidelné bezpečnostní revize, jsou prováděny způsobem srovnatelným s praxí zemí západní Evropy.

Po úplné realizaci modernizačního programu se očekává, že jaderná elektrárna Dukovany dosáhne bezpečnostní úrovně srovnatelné s jadernými elektrárnami stejné generace provozovanými v západní Evropě.

Jaderná elektrárna Temelín

Program zlepšení bezpečnosti pro jadernou elektrárnu Temelín představuje nejkomplexnější program, který byl kdy aplikován na elektrárnu typu VVER-1000/320.

Mezinárodní spolupráce má podstatný vliv na zlepšení bezpečnosti jaderné elektrárny (návrh, provoz, bezpečnostní schválení) a na vývoj bezpečnostní kultury.

Kombinace východních a západních technologií byla úspěšně zvládnuta. Rozhraní mezi různými technologiemi byla zvažována během modernizačního programu a standardní západní postupy byly použity pro kombinaci východních a západních technologií. Spouštěcí program bude muset potvrdit úspěšnost integrace rozdílných technologií.

Některé bezpečnostní otázky i nadále potřebují vyjasnění, ale budou-li tyto otázky vyřešeny, jaderná elektrárna Temelín dosáhne bezpečnostní úrovně srovnatelné se západními elektrárnami s tlakovodními reaktory.

Česká republika

KAPITOLA 1: STAV PROVÁDĚNÍ DOZORNÉ ČINNOSTI A DOZORNÉHO ORGÁNU

Právní rámec

1. Nový atomový zákon (zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření) vstoupil v platnost v roce 1997. Potvrzuje, že SÚJB představuje orgán odpovídající za dozor nad využíváním jaderné energie a ionizačního záření. Definiuje kompetence SÚJB pro udělování licencí pro jaderná zařízení i činnosti týkající se vyhodnocování, prohlídek a prosazování pravidel.
2. Atomový zákon uvádí, že provozovatel odpovídá za bezpečnost svých zařízení. Společnost, která provozuje jadernou elektrárnu je akciovou společností, ve které má stát kontrolu nad majoritním balíkem akcií.
3. Ode dne vstupu nového atomového zákona v platnost v roce 1997 SÚJB vytvořil nebo přepracoval všechny právní předpisy vyplývající z tohoto zákona. Vydání těchto právních dokumentů je důležitý výsledek práce SÚJB.
4. Česká republika vystupuje jako smluvní strana ve všech klíčových mezinárodních konvencích zabývajících se jadernou bezpečností.
5. Jaderný právní rámec v České republice je srovnatelný s praxí v západní Evropě.

Stav dozorného orgánu a infrastruktura technické podpory

6. SÚJB představuje ústřední úřad státní správy, který odpovídá vládě. Jeho předseda má právo účastnit se zasedání vlády. V případech potřeby zabezpečuje spojení mezi vládou a SÚJB místopředseda vlády odpovídající za ekonomiku a finance. SÚJB čerpá prostředky ze státního rozpočtu po schválení parlamentem.
7. SÚJB odpovídá za jadernou bezpečnost, ochranu před ionizujícím zářením, přepravu jaderných a radioaktivních materiálů, mezinárodní vyrozumění o nehodách a haváriích, poskytování informací veřejnosti, evidenci jaderného materiálu a dovoz a vývoz položek dvojího použití. SÚJB hraje důležitou roli při havarijním plánování a spolupracuje v této oblasti s dalšími ministerstvy.
8. SÚJB má právo vydávat a odebírat povolení k činnostem souvisejících s využíváním jaderné energie a ionizujícího záření. Má také právo ukládat tresty (pokuty) provozovatelům, za jakákoliv porušení podmínek vydaných povolení. Proti postupu jednotlivých inspektorů SÚJB se lze odvolat k předsedovi SÚJB, vyšší odvolací instancí je soud.
9. SÚJB se domnívá, že jeho současný rozpočet je postačující. V roce 2000 získal 13 % přírůstek, aby byly umožněny licenční práce pro jadernou elektrárnu Temelín. SÚJB má zvláštní rozpočet na výzkum, který je rovnoměrně dělen mezi oblast radiační ochrany a oblast jaderné bezpečnosti. V případech, kdy si SÚJB smluvně zajišťuje technickou podporu, existují pro něj určitá správní omezení. Mimo smlouvy nepřesahující zákonný limit, nebo při událostech mající z hlediska bezpečnosti urgentní charakter má SÚJB povinnost provést veřejné výběrové řízení. To neprospívá dlouhodobé smluvní technické podpoře, kterou SÚJB potřebuje.
10. Během posledních 3 let byl SÚJB schopen získat 30 nových zaměstnanců, což vedlo k dosažení celkového počtu 161 zaměstnanců (k 1. lednu 2000) zabývajících se činnostmi v oblasti jaderné bezpečnosti a radiační ochrany. Státní ústav radiační ochrany se 110 zaměstnanci, kteří poskytují technickou podporu v oblasti radiační ochrany, je pod přímou kontrolou SÚJB. Od 1. ledna roku 2000 přešla pod přímou kontrolu SÚJB další organizace technické podpory se 45 zaměstnanci. I když její hlavní oblastí činnosti je nešíření jaderných, biologických a chemických zbraní, má značné kapacity i v oblasti radiační ochrany a havarijního plánování.
11. Technická podpora pro jadernou bezpečnost je poskytována Ústavem jaderného výzkumu (ÚJV Řež a.s.), ústavu Akademie věd České republiky, univerzitami, soukromými společnostmi a zahraničními organizacemi (například ze Slovenska). V České republice je však k dispozici pouze omezené množství odborníků, což vede k tomu, že SÚJB musí sdílet kvalifikované pracovníky s provozovateli. Kromě toho smluvní postupy které musí SÚJB dodržovat, omezují možnost

uzavírání dlouhodobých smluv pro technickou podporu v dané oblasti dozorné činnosti.. V budoucnosti by SÚJB preferoval náhradu některé krátkodobé smlouvy s jednotlivými dodavateli dlouhodobými dohodami s rozšířeným rozsahem podpory. Pro umožnění těchto změn by měla být přijata administrativní opatření.

12. Obecně se považuje za fakt, že postavení SÚJB je srovnatelné s postavením dozorných orgánů nad jadernou bezpečností v západní Evropě.

Stav provádění dozorných činností

13. Od roku 1992 proběhla řada národních i mezinárodních hodnocení SÚJB. Doporučení různých delegací a podpůrných programů byla pro rozvoj provádění dozorných činností v České republice využita efektivně. SÚJB na sebe bere aktivní roli při mezinárodní spolupráci v oblasti výkonu dozoru nad jadernou bezpečností..
14. Atomový zákon opravňuje SÚJB, aby připravoval prováděcí předpisy, které po schválení Legislativní radou vlády ČR podepisuje předseda SÚJB. Zákony a vyhlášky vydané v České republice obsahují velmi podrobné požadavky. SÚJB musí poskytovat vládě zpětnou vazbu v oblasti aplikace současné legislativní pyramidy a v odpovídajících případech navrhnout nezbytné změny. Jakmile budou dostupné zdroje po ukončení licenčního procesu jaderné elektrárny Temelín, SÚJB zamýšlí i nadále připravovat pro provozovatele dokumenty charakteru technických instrukcí pro aplikaci těchto předpisů. .
15. V České republice byl zaveden kvalitně definovaný licenční proces pro jaderná zařízení v souladu se západní praxí. Řídí se atomovým zákonem a stavebním zákonem a obsahuje kroky pro výběr umístění elektrárny, výstavbu, provoz a vyřazování zařízení z provozu. Hlavní licence pro umístění elektrárny, výstavbu a trvalý provoz jsou vydávány okresními úřady v oblasti, kde se jaderné zařízení nachází. Tyto licence nemohou být vydány, jestliže SÚJB vydá záporný posudek týkající se bezpečnosti elektrárny. Okresní úřady získávají posudky všech ostatních angažovaných orgánů státní správy včetně SÚJB. Mimo tento proces existuje soubor individuálních požadavků SÚJB, které musí být splněny (v souladu s atomovým zákonem) pro jednotlivé kroky v rámci fází umístování elektrárny, výstavby, provozu a ukončení provozu jaderného zařízení. Vyhodnocení dopadu na životní prostředí, které je součástí licenčního procesu, zahrnuje prohlášení o možnostech ukončení provozu.
16. Metodika pro vyhodnocení dokumentace týkající se bezpečnosti je odvozena z praxe Úřadu pro jadernou bezpečnost spojených států. Mimo vyhodnocení bezpečnostních zpráv SÚJB také vyhodnocuje a schvaluje dokumenty jako Limity a podmínky bezpečného provozu jaderné elektrárny, systém fyzické ochrany a program zabezpečení kvality zařízení. Požadavky na pravidelné bezpečnostní revize jsou zahrnuty v licenčních podmínkách a zpravidla vyžadují revizi po 10 letech provozu. Jestliže však určitá elektrárna prochází modernizačním programem, periodické posouzení bezpečnosti je považováno za součást takového programu.
17. Inspekční činnost SÚJB je také odvozena z praxe Amerického úřadu pro jadernou bezpečnost.. Provádění inspekcí je založeno na pololetním inspekčním plánu. Inspekční plán a porady inspektorů jsou základem systému zpětné vazby o zkušenostech SÚJB. SÚJB zavedl požadavky na podávání hlášení o událostech a vytvořil systém pro analýzu a zpětnou vazbu v oblasti provozních zkušeností držitele licence. To je podobné situaci v západní Evropě. SÚJB se také aktivně podílí na systému INES a mezinárodních systémech pro podávání hlášení. Kromě účasti ve fóru dozorných orgánů zemí provozujících reaktory VVER má SÚJB mezinárodní dohodu se Slovenskem a Maďarskem o výměně zkušeností získaných v elektrárnách Dukovany, Bohunice, Mochovce a Pakš .
18. SÚJB vytvořil dvě poradní komise, jednu pro jadernou bezpečnost a druhou pro radiační ochranu. Toto ustanovení je vnímáno jako pozitivní krok. Mimo to byli smluvně zajištěni zvláštní poradci pro licenční proces jaderné elektrárny Temelín.
19. Souhrnně lze konstatovat, že SÚJB vytvořil řadu postupů při výkonu dozorné činnosti, jejichž porovnání s metodami činností západoevropských dozorných orgánů nad jadernou bezpečností vyznívá příznivě. SÚJB přiřazuje vysokou prioritu licenčnímu procesu jaderné elektrárny Temelín

a bude pokračovat ve vytváření instruktážních dokumentů po skončení tohoto období intenzivní činnosti.

Havarijní připravenost ze strany vlády

20. Nový zákon v oblasti havarijního plánování byl přijat parlamentem v červnu roku 2000. V případě havarijní situace jakéhokoliv charakteru připadá odpovědnost za koordinaci všech činností na mezirezortní krizový koordinační výbor. Ten se sestává z podkomisí jako je (např.) komise pro ochranu veřejnosti, jejímž členem je předseda SÚJB.
21. V mimořádných případech z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany má SÚJB poradenskou roli vůči orgánu odpovědnému za ochranu veřejnosti. Doposud vytvořil krizové centrum.
22. Vnitřní havarijní plány v lokalitě elektrárny jsou schvalovány SÚJB. Ten také zajišťuje jejich propojení s plány pro oblasti mimo lokalitu, které jsou schvalovány předsedou okresního úřadu.
23. Sousedící země, např. Rakousko, byly přizvány jako pozorovatelé během havarijních cvičení. Státní systém havarijního plánování musí být průběžně testován formou cvičení. SÚJB však zastává názor, že taková cvičení pro ověření celostátního systému havarijního plánování budou před zavedením nového zákona obtížná. Česká republika se účastnila mezinárodního cvičení INEX-2.
24. Lze konstatovat, že SÚJB provedl odpovídající kroky pro splnění své role v oblasti havarijní připravenosti.

Závěry

25. Provádění dozorné činnosti a dozorný orgán v České republice jsou srovnatelné s jejich protějšky v západní Evropě. Legislativa pro jadernou bezpečnost ustanovuje kompetence a odpovědnosti elektráren a dozorného orgánu. Dozorný orgán je náležitě angažován ve státní kontrole činností souvisejících s využíváním jaderné energie a státní organizace pro mimořádné události je ustavena. V České republice byl zaveden kvalitně definovaný licenční proces podle západních praxe.
26. Doporučuje se, aby Česká republika zvažila následující:
 - Přिřazení vysoké priority zavedení nového zákona o havarijní připravenosti a havarijním plánování;
 - Zdá se, že dokumenty v legislativní pyramidě v některých případech obsahují příliš podrobné požadavky. SÚJB by měl být požádán, aby navrhl zjednodušení;
 - Je třeba přizpůsobit pravidla pro nakládání s rozpočtovými prostředky SÚJB tak, aby SÚJB mohl získávat v odpovídajících případech kvalitní technickou podporu v dlouhodobém časovém horizontu.

KAPITOLA 2: STAV BEZPEČNOSTI JADERNÝCH ELEKTRÁREN

Data

1. Česká republika má dvě jaderné elektrárny (JE), jednu v Dukovanech a druhou v Temelíně. Jaderná elektrárna Temelín je jedinou elektrárnou v kandidátských zemích EU, která ještě není v provozu. Zavážení paliva do bloku 1 začalo 5. července 2000, zavážení paliva pro blok 2 je naplánováno na dobu přibližně o 15 měsíců později.

Bloky JE	Typ reaktoru	Začátek výstavby	První připojení na síť	Konec doby životnosti
Dukovany: (v provozu)	VVER-440/213	1974	02/1985	2015
blok 1	VVER-440/213	1978	01/1986	2016
blok 2	VVER-440/213	1978	11/1986	2016
blok 3	VVER-440/213	1978	06/1987	2017
blok 4	VVER-440/213	1978		
Temelín: (ve výstavbě)	VVER-1000/320	1986	07/2000 11/2001	30 let
blok 1	VVER-1000/320	1987		30 let
blok 2	VVER-1000/320			

2. Elektrárny jsou vlastněny společností ČEZ a.s. Tato společnost je výhradním držitelem licence pro výstavbu a provoz jaderně energetických zařízení v České republice.

Dukovany, bloky 1 – 4

3. Informace uvedené v této zprávě o jaderné elektrárně Dukovany jsou založeny na obecných znalostech o elektrárnách typu VVER-440/213 (shrnuto v Příloze 2), České národní zprávě k Úmluvě o jaderné bezpečnosti (duben 1999), dokumentech MAAE a informacích poskytnutých SÚJB a jadernou elektrárnou.

Konkrétní technické specifikace elektrárny závisí především na informacích poskytnutých provozovatelem při příležitosti dvoudenní schůzky s SÚJB a provozovatelem v červnu 1999 v Dukovanech. Projednány byly zásadní bezpečnostní otázky a provozovatelem byl poskytnut shrnující seznam zlepšujících opatření (již realizovaných nebo plánovaných v blízké budoucnosti). Druhá schůzka odborných organizací technické podpory s dozorným orgánem a provozovatelem proběhla v květnu roku 2000. Vzhledem k tomu, že jaderná elektrárna Dukovany nebyla v minulosti podporována velkými západními projekty organizací technické podpory, obě dvě odborné schůzky byly velmi prospěšné pro poskytování technických informací o bezpečnostním stavu jaderné elektrárny. Další podkladové materiály, které byly použity, jsou uvedeny v odkazech.

Hlubkové bezpečnostní vyhodnocení jaderné elektrárny Dukovany, a obzvláště pak přezkoumání modernizačního programu (MORAVA), nebylo západními organizacemi technické podpory provedeno. Provozovatel však nabídl poskytnout další pomoc při potvrzování a rozšiřování již poskytnutých technických informací o bezpečnosti elektrárny.

4. Původní projektovaná doba životnosti každého bloku jako celku je 30 let po prvním uvedení příslušného reaktoru do kritického stavu.. Pro každou tlakovou nádobu reaktoru je projektovaná životnost 40 let.

Základní technické rysy

Základní aspekty projektu

5. Veškeré bloky jaderné elektrárny Dukovany jsou reaktory typu VVER-440/213 druhé generace. Obecné bezpečnostní charakteristiky těchto reaktorů jsou uvedeny v příloze 2.
6. Pro primární okruh a systémy týkající se bezpečnosti byl původní návrh vytvořen ruskými organizacemi. Konkrétní projekt elektrárny byl vytvořen a proveden organizací Energoprojekt Praha, českou společností, která se podle českých zákonů stala jedinou organizací odpovídající za

projekt. Všechny hlavní části primárního vybavení (mimo hlavní cirkulační čerpadla) i vybavení celého sekundárního okruhu byly vyrobeny v původním Československu především společností Škoda Plzeň, Vítkovice, atd. Domácí společnosti byly také angažovány v řízení jakosti během výroby a výstavby. Od devadesátých let podléhá výroba paliva v Rusku kontrole jakosti České republiky. Během zkoušek a kontrol provedených od doby začátku provozu nebyly zaznamenány žádné závažnější nedostatky ohledně kvality. Od prvních let provozu elektrárny byla průběžně prováděna bezpečnostní zlepšení. Již v roce 1991 začal zásadní program dovybavení, založený na vyhodnocení bezpečnosti jaderné elektrárny v Greifswaldu bloku 5, analýzách a podpůrných programech organizací MAAE a WANO a další mezinárodní spolupráci. Zásadní bezpečnostní zlepšení byla zaměřena na požární ochranu, dodávku elektrické energie, napájecí vodu sekundárního okruhu a vybudování krizového centra. Další vylepšení jsou buď navrhována nebo plánována.

Tlaková nádoba reaktoru a hranice tlaku primárního okruhu

7. Integrita tlakové nádoby reaktoru (obzvláště bezpečnostní rezervy proti radiačnímu zkřehnutí) se zdá být adekvátní pro všechny bloky. Díky vyvážené kompozici nečistot materiálu (nízký obsah fosforu, mědi) a ochranným opatřením pro snížení míry zkřehnutí se očekává, že během projektované doby životnosti nebude nutné pro žádnou z nádob aplikovat žihání. Pro zajištění integrity tlakových nádob byla zavedena různá opatření, např. pro nízkoúnikovou konfiguraci zóny a sledování zkřehnutí tlakové nádoby měřícím programem. Prohlídky tlakové nádoby reaktoru a primárního potrubí za provozu jsou prováděny pomocí nejmodernější technologie.
8. Potrubní systémy byly navrženy v souladu s ruskými a českými standardy. Částečně byl instalován soubor omezovačů švihů na hlavním potrubí. Částečná realizace řešení bezpečnosti hlavních cirkulačních okruhů metodou úniku před prasknutím (LBB) byla provedena, ale není brána v úvahu v bezpečnostním hodnocení. Několik preventivních opatření týkajících se integrity parogenerátoru (PG) bylo realizováno nebo se právě zavádí (např. měření aktivity N^{16} na každém parovodu, opatření pro vyloučení poškození korozí na přírubovém spojení, nové rozvaděče napájecí vody (uvnitř PG), aby byly vyloučeny tepelné únavové jevy u primárního kolektoru.) Havarijní analýza byla provedena a odpovídající havarijní provozní procedury byly revidovány.
9. Po ukončení instalace omezovačů švihů na potrubí bude tlaková hranice primárního okruhu považována za adekvátně bezpečnou.

Kontejnment

10. Míry úniků se od doby spuštění průběžně snižovaly, ale jsou i nadále mírně vyšší než ty, které jsou běžně přijímány u kontejnmentů západních jaderných elektráren. Pro projektové havárie by však radiologické důsledky nepřesáhly důsledky, které se přijímají v zemích EU. Výkonnost barbotážního systému v případě velké havárie se ztrátou chladiva byla prověřena v testech plného rozsahu v rámci projektu Experimentální kvalifikace barbotážního systému sponzorovaném EU. Výsledky velké havárie se ztrátou chladiva byly ohlášeny na začátku roku 2000. I nadále trvá potřeba podrobné analýzy výsledků experimentálního projektu a provedení doplňujících testů týkajících se jiné projektové havárie.

Bezpečnostní systémy a rizika

11. V oblasti kapacity a rezervy je návrh bezpečnostních systémů obecně srovnatelný se západními reaktory stejné generace (viz Příloha 2). Bylo provedeno několik opatření proti rizikům (např. požární ochrana), aby bylo zlepšeno oddělení nadbytečných větví. Další opatření modernizace ochrany jsou již hotovy nebo probíhají. Ochrana proti ucpávání síta jímky již byla provedena. Na základě výsledků nedávné analýzy je v plánu přidání omezovače švihů na sekundárním potrubí v úrovni 14.7 m, což je v souladu se standardy USA.
12. Pro zlepšení původního obecného návrhu VVER-440/213 v jaderné elektrárně Dukovany byl v oddělené budově instalován nezávislý nouzový systém napájecí vody. Původní nedostatky byly eliminovány.
13. Systematická analýza požárních rizik a záplavová analýza byly provedeny v roce 1997. Hlavní slabiny již byly eliminovány (tj. protipožární opatření). Další opatření probíhají nebo je jejich

dokončení naplánováno na rok 2000. Opatření pro řešení poruch hlavních cirkulačních potrubí s vysokými parametry protékajících médií se připravují, měla by být dokončena v roce 2003.

14. Seismická kvalifikace stávajícího vybavení probíhá v rámci projektu MORAVA; veškeré nově zaváděné vybavení je schopné vydržet 0,1g, což je pro tuto lokalitu dle západní praxe přijatelné.

Systémy měření a regulace a havarijní elektrické napájení

15. Zavedeno již bylo mnoho zlepšení systémů měření a regulace a elektrického vybavení, nebo jejich zavádění probíhá. Na základě postřehů získaných z analýz spolehlivosti byly vytvořeny návrhy na změny v systémech měření a regulace v bezpečnostní oblasti, které budou realizovány v roce 2001. Podle současného plánu elektrárny se očekává zásadní modernizace systémů měření a regulace digitálními systémy s dokončením do roku 2010.
16. Byly zavedeny různé prostředky pro sledování podmínek mechanických komponent, tj. sledování vibrací vestavby reaktoru, sledování uvolněných částí, on-line měření provozní zátěže i sledování stárnutí klíčových komponent.

Nadprojektové havárie a vážné havárie

17. Analýzy některých vybraných nadprojektových havárií (např. ATWS, celková ztráta odvodu tepla, celkový výpadek elektřiny) byly dokončeny v roce 1998. Výsledky těchto analýz byly použity při přípravě symptomatických havarijních provozních postupů. Analýzy vybraných havárií s tavením aktivní zóny byly provedeny v rámci regionálního projektu Phare a v rámci pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti.

Vyhodnocení bezpečnosti a programy pro další zlepšení

Vyhodnocení bezpečnosti a dokumentace

18. V roce 1991 tehdejší Československá komise pro atomovou energii zavedla podmínky pro udělení licence bloku 1 pro další provoz po 10 letech (po roce 1994). To především vyžadovalo, aby provozovatel poskytl opravenou bezpečnostní zprávu, tzv. zprávu o analýze bezpečnosti provozu. Zpráva o analýze bezpečnosti provozu byla připravena pro bloky 2 – 4. Na základě této zprávy SÚJB vydal časově omezené licence pro další provoz.

Struktura a obsah zprávy o analýze bezpečnosti provozu jsou v souladu s instrukcemi č. 5 z roku 1988 a do značné míry s pozdějšími instrukcemi MAAE pro pravidelné bezpečnostní revize.

19. Veškerá přizpůsobení a bezpečnostní zlepšení zavedené v jaderné elektrárně Dukovany musí být průběžně zahrnuta ve zprávě o analýze bezpečnosti odpovídajícího bloku.

Pravděpodobnostní ohodnocení bezpečnosti

20. V roce 1992 byla připravena první verze studie pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti úrovně 1 pro jadernou elektrárnu Dukovany Ústaven jaderného výzkumu Řež, a.s. ve spolupráci s několika českými a slovenskými výzkumnými ústavů. V roce 1994 byla dokončena aktualizovaná verze 1. úrovně pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti. Studie představovala první ukončenou studii 1. úrovně pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti pro reaktor VVER-440/213 západním dodavatelem. Od roku 1995 Ústav jaderného výzkumu v Řeži pravidelně aktualizoval pravděpodobnostní ohodnocení bezpečnosti 1. úrovně jaderné elektrárny Dukovany v rámci probíhajícího projektu pravděpodobnostního ohodnocení. Současná verze pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti 1. úrovně zahrnuje vnitřní iniciační události, požáry a záplavy. Výsledky byly použity pro potvrzení a plánování modernizačních opatření v rámci rozsahu programu MORAVA (viz § 24) a pro zdokonalení nouzových provozních postupů. V roce 1998 byla konečná studie pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti přezkoumána misí IPERS MAAE.

21. Mimo to bylo provedeno pravděpodobnostní ohodnocení bezpečnosti v průběhu odstávky (SPSA). Výsledky SPSA naznačují, že příspěvek k celkové frekvenci poškození aktivní zóny je srovnatelný s výsledkem při provozu na výkonu. Výsledky SPSA se využívají pro zlepšení postupů pro podmínky havárie s odstavením. První výsledky studie úrovně 2 pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti jsou již k dispozici a budou použity jako vstup pro předpisy k zvládnutí závažné havárie.

Bezpečnostní opatření a další ohodnocení

22. Jaderná elektrárna Dukovany se angažuje v mezinárodní spolupráci. Pro vyhodnocení provozní bezpečnosti elektrárny bylo angažováno několik misí MAAE (OSART, ASSET, IPERS atd.).

Stávající bezpečnostní program se zabývá všemi bezpečnostními otázkami, a tyto otázky buďto již vyřešeny byly nebo se na jejich řešení pracuje. Zamýšlí se, že veškerá odpovídající opatření budou vyřešena v souladu s harmonogramem a budou uzavřena do roku 2002 [1].

23. Jaderná elektrárna Dukovany provádí rozsáhlou výměnu informací se sdružením WANO a účastní se běžných činností s dalšími provozovateli VVER-440/213.

Programy pro zvýšení bezpečnosti

24. Rozsáhlý modernizační program (MORAVA) byl zaveden na základě západních bezpečnostních standardů a vyhodnocení provozních zkušeností. [2]. Celý modernizační program bude plně realizován do roku 2010. Hlavní bezpečnostní změny mimo systémů měření a regulace budou dokončeny do roku 2004. Modernizace součástí systémů měření a regulace souvisejících s bezpečností a jejich záměna digitálními systémy má být realizována v průběhu odstávek na výměnu paliva. Hlavním cílem programu je dosáhnout úrovně bezpečnosti, která je plně srovnatelná s mezinárodními standardy a jadernými elektrárnami v provozu v zemích EU.

25. Zásadní modernizační opatření, která byla realizována nebo jejich realizace probíhá, jsou například:

- Automatická ochrana proti přetlakování primárního okruhu za studena ;
- Ochrana proti ucívání síta jímky;
- Probíhá přizpůsobení vybavení na patře (etažérce) 14.7 m jako jsou omezovače švihu na potrubí, ochrana proti střelám , výměna ventilů, dva dodatečné odlehčovací ventily pro páru, nahrazení a odvrtávání trubek ;
- Probíhá přizpůsobení havarijního systému napájecí vody (např. omezovače švihu na potrubí, označení ventilů atd.).
Dále probíhá zavádění dalších opatření pro zajištění bezpečnosti provozu, např.:
- Rekonstrukce a rozšíření diagnostického monitorovacího vybavení
- Instalace plnorozsahového simulátoru.
Rekonstrukce systémů měření a regulace se připravuje.

Provozní bezpečnost

Organizace, postupy , provoz a údržba

26. Odpovědnosti zaměstnanců v rámci jaderné elektrárny jsou jasně definovány. Jaderná bezpečnost a výroba představují v rámci řídicí organizace oddělené divize. Vedoucí divize jaderné bezpečnosti je zástupcem ředitele.
27. Až doposud byli zaměstnanci provozu školeni na plnorozsahovém simulátoru ve vzdělávacím a školicím středisku VUJE na Slovensku. V Dukovanech byl instalován plnorozsahový simulátor a školení zde má začít na začátku roku 2001.
28. Symptomaticky orientované havarijní předpisy (EOPs) byly realizovány ve spolupráci se společností Westinghouse. Nové havarijní provozní předpisy byly zavedeny v listopadu roku 1999.

Bezpečnostní kultura a řízení zabezpečování jakosti

29. Kultura bezpečnosti v jaderné elektrárně Dukovany se průběžně zlepšovala. Dvě mise OSART v roce 1989 a 1991 zaznamenaly vysokou úroveň jaderné bezpečnosti a profesionální řízení kompetentním a školeným personálem. V roce 1997 byla provedena kontrola kolegy v rámci organizace WANO.
30. Srozumitelný program zabezpečování jakosti (ZJ) byl zaveden v souladu s doporučeními MAAE a požadavky dozorního orgánu.. Byl vytvořen systém pro vyhodnocení vlivu prováděných změn na zařízení elektrárny na jadernou bezpečnost a pro zajištění odpovídající realizace těchto úprav. .

Provozní zkušenosti

31. Spolehlivost provozu jaderné elektrárny od prvního uvedení do provozu je znamením dobré kvality vybavení.

32. Během posledních deseti let byl průměrný počet neplánovaných odstávek (rychlých odstavení) na blok nižší než jedna za rok. Byl zaveden systém pro zabezpečení efektivní zpětné vazby z provozních zkušeností jaderné elektrárny Dukovany a dalších elektráren, obzvláště z reaktory typu VVER.

Havarijní připravenost

33. Havarijní plán se pravidelně aktualizuje a cvičení se provádí každoročně. Krizové středisko Dukovany je vybaveno výpočetní technikou s nezbytnými systémy podpory.. Dosažená úroveň připravenosti je odpovídající.

Temelín, bloky 1 – 2

34. Původně bylo plánováno vybudovat v Temelíně 4 reaktory VVER-1000. Výstavba prvních dvou bloků začala v roce 1986. Na začátku 90. let však byl původní plán přepracován. V roce 1993 se tehdejší vláda rozhodla dokončit pouze bloky 1 a 2. Toto rozhodnutí bylo schváleno v minulém roce současnou vládou.

35. Výchozí informace o jaderné elektrárně Temelín jsou k dispozici v několika dokumentech MAAE a do určité míry i z výsledků bilaterální spolupráce s institucemi zemí EU. Dodatečné obecné informace o hlavních bezpečnostních prvcích VVER-1000 jsou odvozeny z projektů Tacis a Phare pro jiné jaderné elektrárny typu VVER-1000 (např. Rovno 3, Kozloduj 5 – 6).

Několik dokumentů MAAE bylo použito pro vyhodnocení uvedené v této kapitole, např. Zpráva MAAE řešení jaderných otázek VVER v jaderné elektrárně Temelín (1996) [3], Zprávy revizní mise o jaderné elektrárně Temelín – PSA a Externí události (1995, 1996) [4], [5]. Obecné shrnutí o stavu jaderné elektrárny Temelín a bezpečnostní zpráva (SAR) byly prezentovány českými odborníky na konferenci MAAE o Posilování jaderné bezpečnosti ve východní Evropě ve Vídni v roce 1999 [2].

Nedávno byla provedena koncepční studie vyhodnocení bezpečnosti pro vybrané bezpečnostní otázky v jaderné elektrárně Temelín německými odbornými institucemi (GRS apod.) v úzké spolupráci s SÚJB. Pro účely studie byly SÚJB a jadernou elektrárnou zpřístupněny na několika bilaterálních odborných setkáních (prosinec 1999 – květen 2000) informace specifické pro elektrárnu. Studie provedené institucí GRS však nenahrazuje celkové zhodnocení bezpečnosti elektrárny.

Základní technické rysy

Základní aspekty projektu

36. Oba bloky jaderné elektrárny Temelín představují standardní typ VVER-1000/320. Jejich projektová koncepce je podobná západním tlakovodním reaktorům stejné generace. Obecné bezpečnostní charakteristiky VVER-1000/320 jsou prezentovány v Příloze 2.

37. Místní civilní stavební úřady vydaly stavební povolení pro bloky 1 a 2 v roce 1986 na základě stanoviska úřadu (tehdejší Československé komise pro atomovou energii). Tato stavební povolení však byla vydána za určitých konkrétních podmínek, např. provedení opětovné analýzy veškerých projektových havárií při použití kvalifikovaných výpočetních programů. Tyto podmínky byly splněny.

38. Kvalifikované české (původně československé) společnosti vyrobily hlavní součásti zařízení (např. tlakovou nádobu reaktoru, parogenerátory, kompenzátor objemu, veškeré zařízení sekundárního okruhu). Velká část hlavních a pomocných systémů (např. dodávka elektřiny) byla navržena, vyrobena a instalována českými organizacemi. Domácí společnosti byly také angažovány v kontrole kvality hlavního zařízení, a proto získaly znalosti a zkušenosti z ověřování kvality.

39. Projekt jaderné elektrárny Temelín podléhal průběžným zlepšením a přizpůsobením, která byla korigována mnoha mezinárodními odbornými organizacemi. Početná individuální zlepšení byla realizována již před rokem 1990. Další bezpečnostní zdokonalení v jaderné elektrárně Temelín byla silně ovlivněna mezinárodní spoluprací.

40. Hlavní změny projektové bezpečnosti zahrnují:

- Výměnu systémů měření a regulace;
- Výměnu aktivní zóny a jaderného paliva;
- Výměnu původního dozimetrického systému;
- Výměnu a dodání diagnostických systémů;
- Výměnu původních kabelů za kabely částečně odolné a odolné šíření požáru,
- Podstatné změny v projektu zajištění elektrického napájení (elektrická ochrana, přidání 2 dieselgenerátorů, které nejsou bezpečnostní povahy, zvýšení kapacity akubaterií).

Nejdůležitější změny v projektu (projekt aktivní zóny a systémy měření a regulace) byly dodány západním dodavatelem. Podle SÚJB a jaderné elektrárny kombinace východních a západních

technologii nezpůsobila zásadní problémy, protože systémy měření a regulace byly vyměněny kompletně a pro havarijní analýzu, projekt aktivní zóny a systémy měření a regulace byl vybrán stejný dodavatel. Rozhraní mezi různými technologiemi však byla zvažována průběžně během přípravy projektu a jeho realizace.

41. Přehodnocení běžných bezpečnostních otázek pro reaktory VVER-1000 bylo provedeno těsně před zavážením paliva a výsledky byly poskytnuty MAAE jako zpráva volně přístupná pro její členské země [6].
42. Program bezpečnostních zlepšení realizovaný v jaderné elektrárně Temelín představuje nejkompexnější program, který byl doposud aplikován na jadernou elektrárnu typu VVER-1000/320.

Tlaková nádoba reaktoru a tlaková hranice primárního okruhu

43. Vysoká kvalita tlakové nádoby reaktoru (TNR) vyrobená společností Škoda Plzeň je dobře zdokumentována. Obsah nečistot niklu je však poněkud vyšší než požadují dnešní přísnější specifikace. Pro určení efektu křehnutí materiálu v důsledku ozařování neutrony byl uskutečněn zvláštní program ozařování zahrnující stanovení podmínky maximální fluence určující konec životnosti. Díky určitým nejistotám však závěrečné vyhodnocení s ohledem na očekávané změny ve vlastnostech materiálu nemůže být v současnosti provedeno. Je proto třeba věnovat zvýšenou pozornost sledování zkřehnutí TNR během provozu.

Pro snížení míry zkřehnutí a pro zajištění integrity tlakové nádoby byla zavedena různá opatření, např.:

- Sledování křehnutí tlakové nádoby je prováděno odpovídajícím programem, který zahrnuje vkládání vzorků ozařování mezi aktivní zónu reaktoru a stěnu tlakové nádoby v oblasti maximálního neutronového toku;
- Předehřívání vody havarijních doplňovacích systémů.

Tato opatření minimalizují riziko křehkého lomu TNR; sledování dále umožní identifikaci možného zrychlení stárnutí materiálu.

44. Prohlídky za provozu (zevnitř i zvenku) tlakové nádoby reaktoru (každé čtyři roky), parogenerátorů, primárního potrubí a dalšího významného zařízení budou provedeny špičkovými metodami.
45. Pro zajištění integrity parogenerátoru byly zavedeny změny projektu a provozní opatření vedoucí ke snížení možnosti primárních nebo sekundárních úniků. Pro výrobu kolektorů byla použita pozměněná technologie a díky nahrazení slitin Cu v kondenzátoru turbíny potrubními svazky z titanu došlo ke zlepšení chemického složení vody (pH) sekundárního okruhu.
46. I přes tato zlepšení únik (z otvoru o ploše maximálně 14cm²) je uvažován jako základní projektová havárie. Velikost úniku odpovídá úniku z nadzvednutí víka kolektoru.
47. Podle výsledků prvního pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti, které bylo provedeno na počátku 90. let, představovaly úniky z primárního do sekundárního okruhu hlavní příčiny k celkové frekvenci poškození aktivní zóny. Bylo tomu tak zejména z důvodu konzervativních předpokladů. Při zvážení další modernizace PSA a veškerých ochranných opatření, která byla v elektrárně zavedena, lze očekávat, že iniciační frekvence primárních a sekundárních úniků by byla vyhodnocena realističtěji, což by vedlo k nižšímu příspěvku k frekvenci poškození aktivní zóny.
48. Řešení bezpečnosti hlavních cirkulačních okruhů metodou úniku před prasknutím (LBB) byla aplikována na hlavní potrubí primárního okruhu (včetně potrubí kompenzátoru objemu, nízkotlakového systému havarijního chlazení, systému pro odvádění zbytkového tepla a pasivního havarijního chladicího systému) aby se snížila pravděpodobnosti velkých prasknutí primárního potrubí a nebylo třeba dalšího zesílení existujících omezovačů švihů na potrubí. Proto se integrita tlakové hranice primárního okruhu považuje za zajištěnou na odpovídající úrovni.

Kontejnment

49. Byla realizována konstrukční zlepšení přepínacích lan a sledování přepínacího systému a betonové konstrukce. Naměřená těsnost kontejnmentu bloku 1 je srovnatelná se západními reaktory. Lze konstatovat, že funkce kontejnmentu může být zaručena pro předpokládané projektové havárie.

Bezpečnostní systémy a ochrana proti rizikům

50. Co se týče kapacity je rezerva a oddělení bezpečnostních systémů (např. SAOZ, systém superhavarijního napájení, havarijní dodávka stejnosměrného a střídavého proudu) srovnatelná se západními tlakovodními reaktory stejné generace (viz Příloha 2).
51. Komplexní modernizace měření a regulace byla provedena u bloku 1 a probíhá u bloku 2. Staré systémy měření a regulace (původní projekt) byly nahrazeny novými, které jsou založeny na principech moderní technologie (digitální systémy měření a regulace). Systémy důležité pro bezpečnost byly modernizovány, jako například systém havarijní ochrany reaktoru, systém řízení bezpečnostních prvků a post mortem monitorovací systém. Nové systémy měření a regulace také pokrývají systém řízení a omezení výkonu reaktoru, systémy řízení bloku a informační systémy bloku. Systematicky se monitorují a registrují poruchy pomocí automatických zkoušeček, autodiagnostiky, testů kvality a platnosti dat, diagnostiky komunikace a manuálními zkouškami.
52. Pro zajištění správné součinnosti mezi novými systémy měření a regulace a původním vybavením byly provedeny všechny fáze projektování a realizace společně Energoprojektem a společností Westingouse. Původní návrh, podrobný návrh a systematická analýza (funkční návrh) jsou verifikovány metodou nejlepšího odhadu. Realizován byl zvláštní a komplexní nezávislý program ověření a validace, podobný programu v jaderné elektrárně Sizewell B, který byl také akceptován SÚJB.
53. Bylo zavedeno další sledování integrity hranice tlaku primárního chladiva reaktoru, např. sledování vibrací vestavby reaktoru, sledování uvolňování součástí, on-line měření provozní zátěže stejně jako měření stárnutí klíčových komponent.
54. Byla zavedena opatření, která řeší problém ucpávání mřížky jímky SAOZ v případě středně velké nebo rozsáhlé havárie se ztrátou chladiva, ale jejich účinnost je třeba prověřit.
55. Realizována byla opatření s rozsáhlými důsledky pro ochranu před vnitřními riziky:
 - Byla provedena systematická analýza požárních rizik a záplav;
 - Komplexní měření pro zvýšení protipožární ochrany (např. výměna původních kabelů ohnivzdornými kabely);
 - Opatření zamezující následným poruchám z důvodu prasknutí hlavních cirkulačních potrubí. Pro kompenzaci chybějícího prostorového oddělení byly na patře 28,8 metrů instalovány dodatečné omezovače švihu na potrubí jako ochrana proti očekávanému protržení parního potrubí a potrubí s napájecí vodou (podle současných předpisů USA).Některé konkrétní záležitosti však musí být ještě zváženy (např. ochrana proti očekávanému protržení parního potrubí a potrubí s napájecí vodou).
56. Bezpečnost funkce hlavního parního pojišťovacího ventilu pod dynamickou zátěží směsí páry a vody musí být ještě plně ověřeny. Ověření nyní probíhá. Tato funkce je nezbytná pro kontrolu specifických úniků z primárního do sekundárního okruhu.
57. Seismické přehodnocení lokality jaderné elektrárny Temelín bylo provedeno v souladu s novou metodikou MAAE (Bezpečnostní řada 50-SG-S1) za použití jmenovité hodnoty $g=0,1$. Nové seismické analýzy byly provedeny pro všechny budovy, komponenty, systémy měření a regulace a elektrické systémy významné z hlediska bezpečnosti. Na základě seismického přehodnocení byla provedena přizpůsobení a změny (např. instalace dodatečných tlumičů u potrubí kompenzátoru objemu pro sprchování studenou vodou).

Nadprojektové havárie a vážné havárie

58. Ve srovnání s původním projektem byly analyzovány vybrané nadprojektové havárie (např. úplná ztráta elektrického napájení, úplná ztráta odvodu tepla, očekávané přechodové procesy bez rychlého odstavení reaktoru). V případech, kde to bylo nutné, byla realizována odpovídající opatření (např. dodatečné dieselgenerátory, pojišťovací ventily kompenzátoru objemu zvládající směs vody i páry pro odpouštění a napájení, potvrzení účinnosti systémů odplynování pro odpouštění a napájení).
59. Byla provedena systematická analýza scénářů vážných nehod vybraných na základě předběžných analýz a výsledků studií pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti, což umožnilo navrhnout a vyhodnotit strategie řízení havárií. Byly použity vyspělé programy pro analýzu vážných havárií

západoevropského a amerického původu. V současnosti se havarijní analýza zaměřuje na podporu vývoje a potvrzení metod a procedur pro řízení vážných havárií.

Bezpečnostní vyhodnocení a programy pro další zlepšení

Vyhodnocení bezpečnosti a dokumentace

60. Před spuštěním jaderné elektrárny Temelín byla k dispozici Předprovozní bezpečnostní zpráva (pre-OSAR, PPBz). Struktura a obsah zprávy PPBz jsou v souladu s doporučenými postupy US NRC 1.70 začleňující vlastnosti projektu VVER-1000 i specifické úpravy elektrárny. Dodatečné požadavky SÚJB byly vyřešeny.
61. Zpráva PPBz představuje jednu z podmínek pro zavážení paliva. Pro udělení licence pro provoz elektrárny bude zpráva PPBz novelizována výsledky spouštěcího procesu (zkoušky atd.). Tento nový dokument bude představovat konečnou zprávu o analýze bezpečnosti provozu (OSAR). Podle regulačních požadavků na pravidelné přezkoumání musí být zpráva OSAR aktualizována po každých deseti letech provozu.

Pravděpodobnostní ohodnocení bezpečnosti

62. Na začátku 90. let provedla konzultační firma z USA ve spolupráci s elektrárnou pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti 1. a 2. úrovně. První úroveň PSA zahrnuje také události v průběhu odstávky. Prozatímní výsledky PSA byly použity pro doplnění modernizačních opatření týkajících se projektu a provozní bezpečnosti. Další aktualizace PSA probíhá, a ta bere v úvahu změny v elektrárně, havarijní provozní postupy, realističtější vstupní data specifická pro elektrárnu a výsledky nedávných havarijních analýz.
63. Druhá úroveň PSA zahrnuje analýzu pevnosti kontejnmentu, určení dopadu postupu poškození aktivní zóny na strukturu kontejnmentu a vyhodnocení uvolňování produktů štěpení (doba, frekvence, rozsah) pro různé havarijní sekvence. Druhá úroveň PSA elektrárny Temelín je jednou z prvních analýz provedených u elektrárny typu VVER-1000. Analýza zahrnovala standardní rozsah, přístup a postupy.

Bezpečnostní mise a další zlepšení

64. V průběhu výstavby jaderné elektrárny Temelín proběhla řada misí MAAE a dalších organizací, které pokrývaly různé bezpečnostní aspekty: průběh budování elektrárny, vyhodnocení bezpečnostních systémů a bezpečnostní analýzy, protipožární ochranu, zajištění jakosti, řešení bezpečnostních otázek atd.
65. Průzkumy u vybraných bezpečnostních otázek (např. havarijní analýza) byly také provedeny několika západními institucemi. Některá západní předběžná bezpečnostní vyhodnocení jaderné elektrárny Temelín byla provedena během bilaterální spolupráce.

Provozní bezpečnost

Organizace, postupy, provoz a údržba

66. Školení zaměstnanců provozu jaderné elektrárny Temelín se drží stejného schématu jako školení pro elektrárnu Dukovany. Operátoři elektrárny byli školeni na plnorozsahovém simulátoru VVER-1000 přizpůsobeném pro danou elektrárnu. Simulátor bude upraven na základě výsledků spouštění a prvních provozních zkušeností.
67. Symptomatické havarijní provozní postupy byly vyvinuty, aby napomáhaly činnosti operátorů během havarijních podmínek.

Bezpečnostní kultura a vedení, zabezpečování jakosti

68. Vedení elektrárny je silně oddáno myšlence rozvíjení a udržování vysoké bezpečnostní kultury. Podpora v této oblasti byla vyjádřena od MAAE a od západních organizací a společností.
69. Elektrárna rozvinula své vlastní kompetence, čímž získala nezávislost na původním ruském dodavateli. Současná situace v jaderné elektrárně je charakterizována dobrými vztahy s původním projektantem a úzkou spoluprací s ruskými odborníky.
70. V souladu s doporučeními MAAE byl zaveden komplexní program zabezpečování jakosti, a ten byl také schválen SÚJB.
71. Závěrečné zkoušky zařízení, prováděné zaměstnanci jaderné elektrárny před spuštěním, nenaznačily žádné důvody ke znepokojení a prokázaly dobrou kvalitu zařízení.

Provozní zkušenosti

72. Provozní zkušenosti od ostatních jaderných elektráren VVER-1000 a západních tlakovodních reaktorů se srovnatelným zařízením (tj. digitálními systémy regulace a měření) byly zkoumány. Další relevantní informace byly získány od misí OSART provedených na jaderných elektrárnách VVER-1000, které jsou v provozu, stejně jako od řady dalších misí MAAE a ze spolupráce s organizací WANO.

Havarijní připravenost

73. Vnitřní havarijní plán je založen na plánu pro jadernou elektrárnu Dukovany, ale byl přezkoumán a aktualizován. Pro program podporující havarijní plánování v Temelíně byla vzata v úvahu technická a normativní dokumentace jiných zemí a MAAE.

Národní infrastruktura průmyslu pro technickou podporu

74. Vzhledem k tomu, že Československo vyvinulo v minulosti svůj vlastní reaktor a později fungovalo jako hlavní dodavatel komponent pro reaktory VVER, má Česká republika v jaderné oblasti svoji vlastní národní infrastrukturu. Tato infrastruktura zahrnuje také výzkum a obecné projektování ve společnosti Energoprojekt Praha. Společnost Škoda odpovídá za projektové práce v rámci komponentů, které dodává. Ústav jaderného výzkumu Řež, a.s., poskytuje technickou podporu v různých oblastech, například v oblasti integrity komponent, obzvláště pak pro tlakové nádoby reaktoru. Jako součást infrastruktury si nelze nepovšimnout přetrvávajících vazeb se slovenskými institucemi, obzvláště s VUJE.

Ukládání vyhořelého paliva a odpadu v místě elektrárny

75. V současné době se vyhořelé palivo z jaderné elektrárny Dukovany ukládá na šestileté období do bazénu pro skladování paliva a následně se plní do kontejnerů na vyhořelé palivo CASTOR. V počátečních letech provozu bylo vyhořelé palivo dočasně ukládáno v dočasném skladu v jaderné elektrárně Bohunice. Veškeré vyhořelé palivo bylo nyní převezeno zpět do jaderné elektrárny Dukovany. V roce 1997 bylo v lokalitě Dukovany společností ČEZ, a.s. vybudován a uveden do provozu mezisklad pro dočasné ukládání vyhořelého paliva o kapacitě 600 tun. Radioaktivní tekutý a pevný odpad je zpracováván a ukládán v lokalitě.
76. Plánuje se, že vyhořelé palivo elektrárny Temelín bude uloženo v bazénu pro skladování paliva reaktoru elektrárny (uvnitř kontejnmentu) po dobu přibližně 10 let. Následně bude vyhořelé palivo převezeno do dočasného skladovacího zařízení.

Závěry

(i) Dukovany, bloky 1 - 4

77. Lze konstatovat následující závěry:

- Během počátečních let provozu jaderné elektrárny Dukovany byly provedeny změny, kterými byly odstraněny nedostatky v bezpečnosti v původním projektu.
- Struktura kontejnmentu elektrárny Dukovany poskytuje adekvátní ochranu proti projektovým haváriím a před celkovým únikem radioaktivních látek, který by nebyl vyšší než hodnoty, které by byly přijaté v EU. Použitý systém však není tak dobrý jako u typických kontejnmentů v západní Evropě. To by mělo určitý vliv na průběh a následky potenciálních vážných havárií;
- Dokumenty o vyhodnocení a verifikaci bezpečnosti, např. pravidelné bezpečnostní přezkoumání, jsou provedeny způsobem srovnatelným se západními praxí.
- Rozsáhlé studie PSA byly již provedeny nebo v současnosti probíhají.
- Bezpečnostní kultura byla průběžně zlepšována a zdá se být adekvátní;
- Byl vytvořen rozsáhlý modernizační program (MORAVA) a očekává se, že bude realizován během následujících 10 let do roku 2010. Veškerá bezpečnostní zlepšení kromě výměny systémů měření a regulace by měla být provedena do roku 2004.

78. Po plné realizaci modernizačního programu se očekává, že jaderná elektrárna Dukovany dosáhne bezpečnostní úrovně srovnatelné s jadernými elektrárnami stejné generace, které jsou v provozu v západní Evropě.

(ii) Temelín, bloky 1 - 2

79. Lze konstatovat následující závěry:

- Program zvyšování bezpečnosti pro jadernou elektrárnu Temelín představuje nejkomplexnější program aplikovaný na elektrárnu typu VVER-1000/320;
- Od doby započetí výstavby elektrárny probíhalo zlepšování jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a související bezpečnostní hodnocení jakožto kontinuální proces;
- Kombinace východních a západních technologií byla úspěšně provedena. Systémy měření a regulace byly kompletně vyměněny a pro havarijní analýzu, projekt aktivní zóny a systémy měření a regulace byl vybrán jeden dodavatel. Rozhraní mezi různými technologiemi byly vzata v úvahu. Standardní západní praxe byla použita pro zkombinování východních a západních technologií včetně bezpečnostního vyhodnocení. Proces spouštění elektrárny musí potvrdit integraci různých technologií;
- Některé bezpečnostní otázky související s bezpečností potrubí v patře 28,8 m a s ověřením funkce parních pojišťovacích ventilů nadále potřebují vyjasnění.
- Jestliže budou tyto otázky vyřešeny, jaderná elektrárna Temelín dosáhne bezpečnostní úrovně, která je srovnatelná s bezpečnostní úrovní západních tlakovodních reaktorů.

Literatura

1. Konvence (Úmluva) o jaderné bezpečnosti (KJB), odpovědi na otázky o národní zprávě o České republice, 1999.
2. Mezinárodní konference o posilování jaderné bezpečnosti ve východní Evropě, Vídeň, 14 – 18 července 1999 (str. 261 – 320), IAEA-CN-75.
3. Hodnocení řešení bezpečnostních otázek WWER-1000 v jaderné elektrárně Temelín, IAEA, WWER-SC-171, 1996.
4. Hodnotící mise pro 1. úroveň pravděpodobnostního ohodnocení bezpečnosti jaderné elektrárny Temelín, MAAE, WWER-SC-128 (podle TC Project RER/9/035), 1995
5. Hodnotící mise pro PSA události v důsledku vnějšího vlivu a 2. úroveň PSA, MAAE (podle TC Project RER/9/035), 1996

6. Reakce na dokument MAAE „Bezpečnostní záležitosti a jejich hodnocení u jaderných elektráren WWER-1000 Model 320 pro jadernou elektrárnu Temelín“, návrh ÚJV Rež, a.s. , březen 2000.