

**NÁVODY A DOPORUČENÍ
PRO KVALIFIKACI ZAŘÍZENÍ
DŮLEŽITÝCH PRO BEZPEČNOST
JADERNÝCH ELEKTRÁREN
TYPU VVER 440/213**

Dne 1.7.1997 vstoupil v platnost zákon č. 18/1997 Sb. „Atomový zákon“, který v § 4 odst. 3 a 7 ukládá každému kdo provádí činnosti související s využíváním jaderné energie

- postupovat tak, aby byla přednostně zajišťována jaderná bezpečnost,
- povinnost zavést systém jakosti způsobem a v rozsahu stanoveném vyhláškou SÚJB č. 214/1997 Sb.

„Atomový zákon“ dále každému držiteli povolení k provozu jaderného zařízení ukládá dle § 18 odst. 1 písm a) povinnost sledovat, měřit, hodnotit, ověřovat a zaznamenávat veličiny, parametry a skutečnosti důležité z hlediska jaderné bezpečnosti v rozsahu stanoveném prováděcími předpisy.

Vyhláška č. 214/1997 Sb. v § 21 odst. 7 písmeno c) požaduje zajistit ověřování návrhu vybraných zařízení pro normální, abnormální a havarijní podmínky, včetně uvažovaných nadprojektových událostí z hlediska jaderné bezpečnosti a ochrany před ionizujícím zářením a to zejména vzhledem k jejich namáhání, spolehlivosti, funkční schopnosti a životnosti.

Vzhledem ke skutečnosti, že je potřebné zavést do oblasti kvalifikace zařízení důležitých pro jadernou bezpečnost u již provozovaných elektráren ověřenou mezinárodní praxi, pověřil předseda Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) Ing. Ján Štuller náměstka pro jadernou bezpečnost vydat tento návrh „Návody a doporučení pro kvalifikaci zařízení důležitých pro bezpečnost jaderných elektráren typu VVER 440/213“.

„Návody a doporučení ...“ budou sloužit jako vodítko určené držiteli povolení k vypracování bezpečnostní dokumentace podle přílohy k zákonu č.18/1997 Sb. část E a F pro oblast průkazů týkajících se připravenosti a funkceschopnosti zařízení důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti za definovaných podmínek. Návrh „Návodů a doporučení ...“ bude podkladem ke zpracování konečné verze, kterou SÚJB vydá ve formě „Bezpečnostních návodů“ na základě připomínek a komentářů odborné veřejnosti.

Pokud se bude po vydání konečné verze držitel povolení řídit „Návody a doporučení pro kvalifikaci zařízení důležitých pro bezpečnost jaderných elektráren typu VVER 440/213“, bude považována příslušná část bezpečnostní zprávy za vyhovující a požadavky právních předpisů za splněné.

Ing. Karel B ö h m
náměstek pro jadernou bezpečnost

OBSAH

ÚVOD	4
ZKRATKY A DEFINICE	5
1. PŘEDMĚT NÁVODU A DOPORUČENÍ A OBLAST POUŽITÍ	8
2. ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA PROGRAM KVALIFIKACE	9
2.1 PŘÍPRAVA PROGRAMU A JEHO PROJEKTOVÝCH VSTUPŮ	9
2.1.1 Seznam zařízení podléhajících kvalifikaci	10
2.1.2 Iniciační události pro stanovení parametrů prostředí	11
2.1.3 Vstupní hodnoty pro hodnocení seizmické odolnosti	11
2.1.4 Podmínky okolního prostředí a pracovní podmínky	12
2.1.5 Metody kvalifikace	13
2.1.6 Normativní dokumentace pro kvalifikaci	14
2.2 REALIZACE PROGRAMU KVALIFIKACE	14
2.2.1 Vyhodnocení současného stavu kvalifikace	14
2.2.2 Rozhodnutí o nápravných opatřeních pro nekvalifikovaná zařízení	15
2.2.3 Vlastní kvalifikace zařízení	15
2.3 UDRŽOVÁNÍ KVALIFIKACE	16
3. ZABEZPEČENÍ JAKOSTI	17
LITERATURA	19

ÚVOD

Jedním z principů zajišťování jaderné bezpečnosti je zabezpečování jakosti zařízení. Kvalifikace zařízení je jednou z metod pro zajištění jakosti a zvýšení spolehlivosti zařízení.

Podle současné mezinárodní praxe je „kvalifikací zařízení důležitých pro bezpečnost“ míněn proces demonstrace a zdokumentování schopností zařízení plnit v případě potřeby za postulovaných provozních podmínek, včetně projektových havárií požadované bezpečnostní funkce. Cílem procesu kvalifikace zařízení je vytvořit přijatelná ujištění, že zařízení neztratí schopnost vykonávat projektem stanovenou funkci v důsledku vlivu prostředí, kterému mohou být vystaveny.

Historicky tento proces začal v sedmdesátých létech ověřováním funkční způsobilosti elektrických a elektromechanických zařízení testováním v simulovaných podmínkách okolního prostředí, které může vzniknout následkem projektových havárií.

V nově budovaných jaderných elektrárnách je proces kvalifikace zahájen již ve stadiu projektování elektrárny stanovením průběhů parametrů prostředí v normálních, abnormálních a havarijních podmínkách, definováním kvalifikačních kritérií a výběrem zařízení podléhajících kvalifikaci. Proces kvalifikace pokračuje kontrolou splnění kvalifikačních kritérií pro jednotlivá zařízení podléhající kvalifikaci a zdokumentováním všech etap tohoto procesu. Dokumentace o kvalifikaci zařízení bývá již součástí jeho dodávky. V provozním stadiu proces pokračuje činnostmi spojenými s udržováním kvalifikovaného stavu vybraných zařízení během stárnutí elektrárny, po provedených opravách, údržbě a periodických výměnách. Součástí procesu kvalifikace jsou také programy pro zajišťování náhradních dílů, nových zařízení k výměně a programy řízení stárnutí.

V již provozovaných jaderných elektrárnách, u kterých kvalifikace zařízení nebyla podmínkou povolování provozu, není podle současných požadavků bezpečnost elektrárny dostatečně prokázána. Proto na základě doporučení IAEA a mezinárodní praxe je dozornými orgány členských států požadováno i pro tyto elektrárny vytvoření a zavedení programů kvalifikace zařízení.

ZKRATKY A DEFINICE

ASME	American Society of Mechanical Engineers
HELB	havárie s roztržením vysokoenergetického potrubí (High Energy Line Break)
IAEA	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
JE	jaderná elektrárna
LOCA	havárie spojená se ztrátou chladiva primárního okruhu (loos-of-coolant accident)
US NRC	U. S. Nuclear Regulatory Commission
PGA	peak ground acceleration
SKŘ	system kontrol a řízení
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost

Kvalifikace zařízení - Vytváření a udržování dokladů, prokazujících, že zařízení bude pracovat podle potřeby tak, aby splňovalo systémové funkční požadavky.

Proces kvalifikace zařízení - Proces vytváření a udržování dokladů o schopnosti zařízení plnit projektem požadované funkce nejen při normálním a abnormálním provozu, ale zejména v průběhu a po doznění havárií a pohavarijních stavů. Proces se skládá z následujících třech etap: příprava projektových vstupů, stanovení kvalifikace a udržování kvalifikace. Hlavním cílem procesu je zabránit výskytu poruch se společnou příčinou, způsobených okolním prostředím

Program kvalifikace zařízení - Program, který formalizuje proces kvalifikace zařízení pro určité zařízení, skupinu zařízení stejného typu, nebo celou jadernou elektrárnu.

Provozní podmínky - Očekávané podmínky okolního prostředí a pracovní podmínky při normálním provozu, narušení normálního provozu, projektových haváriích a po jejich doznění.

Podmínky okolního prostředí - Fyzikální stavy okolního prostředí obklopujícího zařízení (teplota, tlak, radiace, záplavy, seizmické vibrace). Podmínky okolního prostředí lze rozdělit na „mírné“ a „drsné“.

Pracovní podmínky - Obecně zahrnují podmínky technologického procesu, jako jsou mechanické zátěže (síly, momenty, vibrace), účinky pracovního média (tlak, teplota, chemické složení), elektrické zátěže (napětí, kmitočet, příkon), elektromagnetická interference (EMI).

Mírné prostředí - Podmínky okolního prostředí v těch prostorech JE, ve kterých nedochází k jejich významné změně následkem postulovaných iniciačních událostí kromě

zemětřesení. V žádném okamžiku nepřekročí podstatně podmínky prostředí, které se mohou vyskytnout během normálního a abnormálního provozu elektrárny a zemětřesení.

Drsné prostředí - Podmínky okolního prostředí v těch prostorech JE, ve kterých dochází k jejich významné změně následkem projektových havárií typu LOCA a HELB.

Porucha se společnou příčinou - Porucha způsobená jednou iniciační událostí, která může vést k podobné, ale i různé poruše ve více technologických souborech, zařízeních, nebo jejich prvcích, nebo porucha způsobená podobnými iniciačními událostmi, která může vést ke shodné poruše ve více technologických souborech, zařízeních, nebo jejich prvcích. Příčinou těchto poruch může být např. chyba projektu, nevhodné provozování, nebo zhoršené okolní prostředí způsobené projektovou havarijní událostí.

Zařízení - Část systému, která má vlastní specifickou funkci.

Systém - Soubor vzájemně svázaných zařízení, které společně plní projektem stanovené funkce.

Bezpečnostní funkce - Specifický účel systému nebo jeho komponent, který musí být splněn pro zajištění bezpečnosti.

Projektová životnost - Období, pro něž se očekává, že systém/konstrukce/komponenta bude plnit funkci v rámci kritérií přijatelnosti.

Kvalifikovaná životnost - Období, pro něž bylo prokázáno pomocí zkoušek, analýz nebo na základě zkušeností, že systém/konstrukce/komponenta bude schopen plnit funkci v rámci kritérií přijatelnosti během specifikovaných provozních podmínek, přičemž zůstane zachována schopnost plnit stanovené bezpečnostní funkce při projektové havárii nebo při zemětřesení.

Stárnutí - Kumulativní degradační vliv provozních podmínek na zařízení v čase, bez zahrnutí projektových nehod, nebo jejich simulace.

Zrychlené stárnutí - Zrychlený postup navržený tak, aby v krátkém časovém úseku simuloval kumulativní degradační vliv provozních podmínek před výskytem projektové nehody.

Bezpečnostní rezerva - Hodnota, o kterou úroveň podmínek při kvalifikaci přesahuje provozní podmínky při projektových nehodách.

Aktivní zařízení - Zařízení, jehož funkce závisí na vnějším vstupu jako je např. podnět k akci, mechanický pohyb nebo dodávka energie, a které proto působí na procesní systémy aktivním způsobem.

Pasivní zařízení - Zařízení, které funguje bez vnějšího vstupu a plní svojí funkci např. pouze tlakem, teplotou či protékajícím médiem, nebo zařízení neobsahující pohyblivé mechanické části (např. potrubí, nádrže, filtry).

Typová zkouška - Zkouška provedená na vzorku reprezentujícím skupinu zařízení stejného typu pro ověření schopností daného typu zařízení plnit specifikované požadavky

Iniciační událost - Jev, kterým je vyvolán nepožadovaný stav jaderně energetického zařízení. Nepožadovaným stavem jaderně energetického zařízení se rozumí následek nehody či poruchy. Z hlediska základní koncepce bezpečného provozování jaderně energetického zařízení se iniciační událostí rozumí jev vedoucí k překročení hranice mezi normálním a abnormálním provozem, nebo hranice mezi abnormálním provozem a havarijními podmínkami.

Normální provoz - Plánované stavy, operace a události jaderně energetického zařízení při dodržení provozních limitů a podmínek bezpečného provozu. Jsou to zejména spouštění, ustálený provoz, odstavení reaktoru, zvyšování a snižování jeho výkonu, jeho částečné nebo plné zatížení, údržba, opravy a výměna paliva.

Abnormální provoz - Stavy, operace a události, které jsou neplánované, ale jejichž výskyt lze při provozu jaderně energetického zařízení očekávat. Jsou to zejména havarijní odstavení, náhlý pokles zatížení, výpadek turbosoustrojí, nebo ztráta pracovních a rezervních zdrojů vlastní spotřeby. Tyto stavy nesmějí vést k poškození palivových článků či k porušení integrity primárního okruhu. Po jejich ukončení, resp. odstranění příčin a následků, je jaderně energetické zařízení schopné normálního provozu.

Havarijní podmínky - Všechny události způsobené selháním systémů, zařízení, nebo jejich komponent, vnějšími vlivy, či chybami obsluhy, které negativně ovlivňují bezpečnost provozu jaderně energetického zařízení, vedoucí k překročení provozních limitů a podmínek a mohou způsobit porušení palivových článků.

Jaderná bezpečnost (nebo jen bezpečnost) - Stav a schopnost jaderně energetického zařízení a jeho obsluhy zabránit nekontrolovanému rozvoji štěpné řetězové reakce a nedovolenému úniku v něm obsažených radioaktivních látek a ionizujícího záření do životního prostředí.

Projektová havárie (nehoda) - Havárie uvažovaná v projektu jaderně energetického zařízení.

Systémy důležité pro jadernou bezpečnost - Systémy, které jsou určeny k zvládnutí či zmírnění následků projektových nehod, jejichž chybná funkce nebo porucha by mohla vést k nepřijatelnému ozáření personálu nebo obyvatelstva.

Bezpečnostní systémy - Systémy důležité pro jadernou bezpečnost, které jsou určeny k bezpečnému odstavení reaktoru, odvodu zbytkového tepla z aktivní zóny nebo k omezení následků abnormálního provozu či havarijních podmínek. Dělí se na akční, ochranné a podpůrné.

Systémy mající vztah k jaderné bezpečnosti - Systémy důležité pro jadernou bezpečnost, které však nejsou bezpečnostními systémy.

1. PŘEDMĚT NÁVODU A DOPORUČENÍ A OBLAST POUŽITÍ

Cílem tohoto dokumentu je poskytnout návod a doporučení držiteli povolení k provozu (dále provozovateli), jeho dodavatelům a všem, kteří se budou podílet na činnostech zmiňovaných tímto dokumentem na dodatečné stanovení a udržování kvalifikace zařízení důležitých pro bezpečnost v provozovaných JE typu VVER 440/213, u kterých nejsou k dispozici doklady o provedené kvalifikaci.

Dokument nepokrývá celou oblast činností nutných pro zajištění bezpečnosti a zabezpečování jakosti, které plynou z obecných předpisů. Týká se pouze činností spojených s dodatečným ověřováním a udržováním způsobilosti instalovaných zařízení a náhradních zařízení pro výměnu a požadavku plnit projektem stanovené funkce. Tyto činnosti jsou součástí požadavků na zabezpečování jakosti.

Předmětem dokumentu je návod a doporučení pro vytvoření a zavedení programu kvalifikace zařízení důležitých pro jadernou bezpečnost na podmínky okolního prostředí a pracovní podmínky, které mohou vzniknout následkem projektových havárií typů LOCA (havárie spojená se ztrátou chladiva primárního okruhu), nebo HELB (roztržení vysokoenergetického potrubí) a maximálního projektového zemětřesení v již provozovaných jaderných elektrárnách typu VVER 440/213.

Dokument v následujících kapitolách specifikuje rozsah a cíle požadovaného programu a hlavní zásady jeho tvorby a realizace.

Cílem programu kvalifikace zařízení je odhalit mechanismy poruch se společnou příčinou, které jsou systematické, nenáhodné a z časového hlediska souběžné a dokázat, že zařízení budou vykonávat projektem stanovené funkce ve všech provozních stavech a havarijních podmínkách JE.

Výstupem programu kvalifikace má být dokumentace, prokazující způsobilost zařízení pro výkon požadované funkce. Kvalifikační dokumentace musí být vypracována ve formě umožňující verifikaci a musí být dostupná na JE nebo v jiné organizaci během celé životnosti JE.

Provozovatel JE musí zavést opatření pro zajištění bezpečného provozu JE během provádění kvalifikace zařízení vyžadované tímto dokumentem.

Je-li v tomto dokumentu uvedeno „musí být“, znamená to, že příslušný požadavek musí být bezpodmínečně splněn.

Je-li v tomto dokumentu uvedeno „má být“, znamená to, že odchylky od následujícího požadavku jsou sice možné, ale musí být v dokumentaci o kvalifikaci řádně zdůvodněny. Při hodnocení takové odchylky zvažuje SÚJB související okolnosti a může žádat doplňující analýzy a vysvětlení.

Je-li v tomto dokumentu uvedeno „lze“, „může“, nebo „doporučuje se“, znamená to, že

příslušný text popisuje možnost, která je přijatelná, nebo návrh či doporučení, které nemusí být respektovány, avšak jejich nerespektování se doporučuje alespoň komentovat.

2. ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA PROGRAM KVALIFIKACE

Provozovatel jaderné elektrárny musí vytvořit program pro stanovení a udržování kvalifikace zařízení důležitých pro jadernou bezpečnost, který má zahrnovat:

- 1) Kvalifikaci elektrických zařízení (včetně SKŘ) na drsné podmínky okolního prostředí, které mohou vzniknout následkem projektových havárií typu LOCA (havárie spojená se ztrátou chladiva primárního okruhu), nebo HELB (roztržení vysokoenergetického potrubí).
- 2) Seizmickou kvalifikaci elektrických zařízení (včetně SKŘ), strojních zařízení a vybraných stavebních konstrukcí.

Kvalifikace strojních zařízení na podmínky okolního prostředí není předmětem tohoto požadavku.

Požadovaný program kvalifikace zařízení důležitých pro bezpečnost je procesem zahrnujícím činnosti v třech etapách: příprava programu a jeho projektových vstupů, stanovení kvalifikace a udržování kvalifikace do konce životnosti JE.

V etapě přípravy programu má být definován rozsah zařízení, kterých se bude týkat a projektové vstupy zahrnující zejména průběhy a velikosti parametrů okolního prostředí a pracovní podmínky na které mají být zařízení kvalifikována. Součástí etapy je také příprava metodik a postupů pro jednotlivé činnosti a/nebo identifikace použitelných norem.

Etapa realizace programu kvalifikace má zahrnovat:

- Hodnocení současného stavu kvalifikace jednotlivých zařízení na základě analýzy dostupné průvodní a projektové dokumentace.
- Rozhodnutí o nápravných opatřeních pro nekvalifikovaná zařízení, nebo o jejich dodatečné kvalifikaci.
- Přípravu a vlastní kvalifikaci jednotlivých skupin a typů zařízení určených ke kvalifikaci.

Etapa udržování kvalifikace má zajistit, aby získaný stav kvalifikace zůstal platný do konce kvalifikované životnosti zařízení a JE.

Všechny činnosti požadovaného programu musí být prováděny v souladu se zavedeným systémem jakosti.

2.1 PŘÍPRAVA PROGRAMU A JEHO PROJEKTOVÝCH VSTUPŮ

V rámci přípravy programu kvalifikace musí být definovány následující vstupní data:

- 1) Rozsah zařízení podléhajících kvalifikaci.
- 2) Provozní podmínky zahrnující jak průběhy parametrů okolního prostředí, tak pracovní podmínky pro normální provoz abnormální provoz a pro havarijní podmínky.
- 3) Pro každé zařízení seznamu umístění v prostorách JE, požadovaná činnost pro splnění bezpečnostní funkce systému a doba, po kterou bude požadována funkce v podmínkách vzniklých během projektových nehod a po jejich doznění.
- 4) Metody a postupy pro kvalifikaci jednotlivých druhů zařízení, a/nebo identifikovány normy podle kterých se bude postupovat.

2.1.1 Seznam zařízení podléhajících kvalifikaci

Zařízení důležitá pro jadernou bezpečnost pro které je kvalifikace požadována jsou:

1. Zařízení bezpečnostních systémů u nichž je požadováno zachování funkční schopnosti v podmínkách projektových havárií a seizmické události i po jejich doznění pro zajištění následujících bezpečnostních funkcí:

- odstavení reaktoru a zajištění podkritičnosti
- ochlazení reaktoru a zajištění odvodu zbytkového tepla
- zajištění integrity primárního okruhu
- zajištění integrity sekundárního okruhu v rozsahu potřebném pro ochlazení
- zabránění úniku radioaktivních látek do vnějšího prostředí.

2. Zařízení, která nejsou součástí bezpečnostních systémů, ale jejichž poškození v podmínkách prostředí projektových havárií a seizmické události by mohlo zabránit uspokojivému splnění výše uvedených bezpečnostních funkcí.

3. Zařízení systému pro havarijní a pohavarijní sledování bloku.

Provozovatel jaderné elektrárny musí vytvořit seznam zařízení podléhajících kvalifikaci, který má být průběžně aktualizován a udržován v kontrolovatelné formě po celou dobu její životnosti.

Pro vytvoření seznamu zařízení se doporučuje tento postup. Pro soubor požadovaných bezpečnostních funkcí a projektové havárie vybrat jednotlivé systémy, které tyto bezpečnostní funkce vykonávají. K vybraným systémům přiřadit zařízení a prvky, které je tvoří a podle jejich umístění k nim přiřadit provozní podmínky, na které musí být kvalifikovány.

Pro jednotlivá zařízení seznamu musí provozovatel JE připravit následné informace:

- určit vlastní činnosti zařízení nutné pro splnění bezpečnostní funkce systému a dobu po kterou bude činnost požadována v podmínkách vzniklých během projektových havárií a po jejich ukončení
- podmínky okolního prostředí, zejména tlak, teplotu, radiaci, chemické vlivy, možnost zaplavení, seizmické zrychlení místa ve kterém zařízení musí vykonávat požadované činnosti
- pro zařízení elektro a SKŘ napětí, kmitočet, příkon a elektromagnetické charakteristiky

- pro strojní zařízení mechanické zátěže a parametry média při kterých musí být požadované činnosti zajištěny

2.1.2 Iniciační události pro stanovení parametrů prostředí

Prostory JE ve kterých dochází k významným změnám okolního prostředí během projektových havárií tvoří zóny s drsným prostředím. Pro kvalifikaci zařízení v umístěných v těchto prostorech se musí stanovit parametry okolního prostředí v podmínkách normálního a abnormálního provozu a během a po doznění projektových havárií. Drsné prostředí je následkem zejména havárií spojených se ztrátou chladiva primárního okruhu nebo roztržením vysokoenergetických potrubí až do maximální projektové havárie.

Časové průběhy havarijních tlaků a teplot okolního prostředí mají být stanoveny na základě výsledků termohydraulických analýz, zejména pro tyto postulované iniciační události:

1. Pro hermetickou zónu:

- úniky z primárního okruhu až po příčné roztržení hlavního cirkulačního potrubí DN 500
- úniky z parního potrubí a potrubí napájecí vody až po příčné roztržení potrubí o maximálním průměru
- prasknutí pouzdra pohonu havarijně regulační kazety.

2. Pro prostory podélné etažérky +14,7 m:

- příčné roztržení parního potrubí a následné roztržení hlavního parního kolektoru v plném průřezu
- úniky z parního potrubí a potrubí napájecí vody až po příčné roztržení potrubí o maximálním průměru
- příčné roztržení hlavního parního kolektoru a následné roztržení hlavního napájecího kolektoru v plném průřezu.

Pro všechny iniciační události se předpokládá kombinace vlastní poruchy se ztrátou napájení vlastní spotřeby.

2.1.3 Vstupní hodnoty pro hodnocení seizmické odolnosti

Pro hodnocení seizmické odolnosti stavebních objektů se musí definovat referenční zemětřesení (review level earthquake). Referenční zemětřesení je zemětřesení se seizmologicko-geologickými parametry dané lokality a se spektry odezvy v úrovni terénu, jež v lokalitách s relativně nízkým seizmickým rizikem odpovídají 84% pravděpodobnosti nepřevýšení odezvoových zrychlení včetně PGA pro danou akceptovatelnou roční četnost výskytu. Pro provozované JE má být RLE větší nebo alespoň rovné maximálnímu výpočtovému zemětřesení [20,21].

Pro hodnocení seizmické odolnosti technologického zařízení na podlažích jednotlivých objektů se musí stanovit tyto parametry seizmického buzení:

- seizmická podlažní spektra odezvy,
- údaje o vzájemném seizmickém pohybu jednotlivých podlaží nad sebou a příp. i jednotlivých částí budov vedle sebe.

Výpočet seizmických podlažních spekter odezvy má být proveden za předpokladu

pružného chování stavební konstrukce pro mediánové hodnoty tuhostí stavebních konstrukcí a mediánové hodnoty provozního zatížení na jednotlivých podlažích.

Pro hodnocení seizmické odolnosti přístrojů, které jsou umístěny nikoliv přímo na stavebním podlaží, nýbrž na jisté nosné technologické konstrukci, např. ve skříní rozvaděče či na panelu, se kromě příslušných seizmických podlažních spekter odezvy musí stanovit také amplifikační faktory, jimiž je zesíleno seizmické buzení ze stavebního podlaží do místa upevnění přístroje v nosné konstrukci skříně, panelu a pod.

Nepředpokládá se současný, nebo následný výskyt zemětřesení a havárií s roztržením hlavního cirkulačního potrubí DN 500, nebo vysokoenergetického potrubí typu HELB.

2.1.4 Podmínky okolního prostředí a pracovní podmínky

Program kvalifikace zařízení musí zahrnovat hodnocení vlivů následujících podmínek:

1. Teplota a tlak. Je nutno vycházet z obálkových křivek časových závislostí teplot a tlaků v průběhu a po doznění projektových havárií po dobu požadované funkční schopnosti ve všech prostorech, kde jsou zařízení důležitá pro bezpečnost umístěna.

2. Vlhkost. Je nutno stanovit a uvažovat vliv vlhkosti, která může nastat během projektových havárií.

3. Chemické účinky. Chemické složení prostředí médií použitých pro kvalifikaci musí být přinejmenším stejně agresivní jako média, které se mohou vyskytnout v nejnepríznivějších provozních a pohavarijních stavech JE (např. sprchování hermetické zóny, havarijní dochlazování, režim napájení a odpouštění).

4. Radiace. Radiační prostředí má být určeno typem radiace, dávkovým příkonem, celkovou očekávanou dávkou při normálním provozu od doby instalace zařízení a při maximální projektové havárii, během které má zařízení zůstat funkční. Je třeba také uvažovat vliv radiace od cirkulujícího chladiva u zařízení, umístěného poblíž cirkulačních tras.

5. Stárnutí. Pro zařízení umístěná v drsném prostředí s identifikovaným významným mechanismem stárnutí má být stanovena kvalifikovaná životnost.

Mechanismus stárnutí je považován z hlediska kvalifikace za významný, pokud v normálních a abnormálních provozních podmínkách vede k rostoucímu poškození, které značně zvyšuje náchylnost k poruše při havarijních podmínkách

Stanovení kvalifikované životnosti není požadováno pro zařízení, které se nacházejí v mírném prostředí.

Pro stanovení kvalifikované životnosti má být zařízení podrobeno přirozenému, nebo zrychlenému stárnutí po dobu odpovídající projektové životnosti. Pokud nelze provést stárnutí s ohledem na celou projektovou životnost, je možné provést stárnutí na dobu kratší. Po této době je nutno zařízení vyměnit nebo repasovat, pokud není možno prokázat průběžnou kvalifikací, že zařízení má dostatečnou zbytkovou životnost.

6. Zaplavení. (V případě, že zařízení může být zaplaveno)

7. Spolupůsobící (synergické) účinky. Je nutno vzít v úvahu vzájemně se ovlivňující

spolupůsobící účinky, pokud mohou mít významný vliv na činnost zařízení.

8. Pracovní podmínky, jako jsou např. elektrické zátěže a elektromagnetické charakteristiky prostředí pro zařízení elektro a SKŘ, mechanické zátěže (síly a momenty na rozhraní, tlak, teplota, průtočné množství média), mechanické opotřebení, vibrace a seizmické zrychlení.

9. Bezpečnostní rezervy. Bezpečnostní rezervy je nutno použít při typových zkouškách tak, aby zahrnuly nekvantifikované nejistoty, jako jsou vlivy výrobních odchylek a nepřesnosti měřicích přístrojů. Tato toleranční pásma je nutno přidat i ke konzervativním odhadům místních parametrů prostředí pro zařízení, pokud nelze konzervativismus kvantifikovat a prokázat, že příslušné toleranční pásmo je v něm již obsaženo. V těchto případech je možné použít následujících doporučených hodnot pro jednotlivé parametry podle ČSN IEC 780 [11]:

- Teplota: vypočtená hodnota +8°C
- Tlak: +10 % z rozsahu měřidla, ale ne více než 7×10^4 Pa
- Radiace: +10 % z havarijní dávky ionizujícího záření
- Napětí: ± 10 % jmenovité hodnoty
- Kmitočet: ± 5 % jmenovité hodnoty
- Čas: +10 % k době, po kterou se od zařízení vyžaduje jeho funkčnost po předpokládané iniciační události
- Seizmické vibrace: +10 % zrychlení ze spektra odezvy v místě uchycení zařízení.

Havarijní změny parametrů prostředí (tlak, teplota, prodeleva na vrcholové teplot) musí být použity buď dvakrát bez použití předchozích rezerv, nebo jednou s jejich použitím.

2.1.5 Metody kvalifikace

Každé zařízení důležité pro bezpečnost nebo jeho prvek musí být kvalifikováno jednou z následujících metod: typovými zkouškami, provozními zkušenostmi, analýzou nebo jejich kombinací. Typové zkoušky, zejména pro kvalifikaci na okolní prostředí jsou nejvíce užívanou a často jedinou použitelnou metodou. Detailní popis jednotlivých metod pro elektrická zařízení je uveden v ČSN IEC 780 [11] a ČSN IEC 980 [18].

2.1.5.1 Kvalifikace typovými zkouškami

Typové zkoušky jsou preferovanou metodou kvalifikace, protože při nich je zařízení vystaveno simulovaným vlivům provozních podmínek, které jsou náročnější o bezpečnostní rezervy, než ty na které má být kvalifikováno, jeho funkční způsobilost je možné prokázat a funkční charakteristiky měřit. Tento přístup má zaručit platnost výsledků pro skupinu zařízení stejného typu.

Zařízení, které není možné zkoušet samostatně, je možné rozdělit na prvky, které budou kvalifikovány zvlášť. Platí přitom pravidlo, že zařízení je kvalifikováno, když všechny prvky zařízení, které mohou ovlivnit jeho funkci, jsou kvalifikovány.

Pro každou skupinu prvků, která má být kvalifikována typovou zkouškou, je nutné připravit kvalifikační specifikaci zahrnující plán zkoušek a jejich časovou posloupnost podle [11].

2.1.5.2 Kvalifikace na základě provozních zkušeností

Kvalifikace je založena na zkušenostech se stejným nebo podobným zařízením v podobných provozních podmínkách. Používá údaje z provozní historie a analýzy záznamů o poruchách a údržbě. Zařízení, které bez poruch vykonávalo svoji funkci, se může považovat za kvalifikované pro stejné nebo méně náročné provozní podmínky. Je proto metodou s omezenou použitelností.

2.1.5.3 Kvalifikace analýzou

Kvalifikace pomocí analýzy je podmíněna vytvořením matematického nebo logického modelu funkce prvku nebo zařízení, které má být kvalifikováno. Matematický model musí být založen na ověřitelných fyzikálních principech a jeho platnost se musí potvrdit zkušebními údaji nebo provozní zkušeností.

Výpočtová analýza je nejpoužívanější metodou pro seizmické hodnocení pasivních technologických zařízení navrhovaných i provozovaných JE .

2.1.6 Normativní dokumentace pro kvalifikaci

V České republice v současnosti existují dvě obecné normy pro stanovení kvalifikace elektrických zařízení, jejichž použití je závazné v rámci činností podle tohoto dokumentu:

ČSN IEC 780 [11] Ověření způsobilosti elektrických částí bezpečnostního systému jaderných elektráren, říjen 1993

ČSN IEC 980 [18] Doporučené způsoby ověření seizmické způsobilosti elektrických částí bezpečnostního systému jaderných elektráren, říjen 1993,

Pro kvalifikaci jednotlivých druhů elektrických a mechanických zařízení a stavebních konstrukcí existuje speciální normativně technická dokumentace v omezené míře. Je proto nutné buď vypracovat speciální postupy pro kvalifikaci jednotlivých druhů zařízení nebo použít odpovídající mezinárodně uznávané normativní postupy a možnost jejich použití pro VVER 440/213 technicky zdůvodnit.

2.2 REALIZACE PROGRAMU KVALIFIKACE

Realizace navrženého programu kvalifikace v provozované JE má být zahájena hodnocením současného stavu kvalifikace jednotlivých zařízení a rozhodnutím o nápravných opatřeních pro nekvalifikovaná zařízení (výměna zařízení nebo jeho částí, modifikace, fyzická ochrana, nebo přemístění do mírného prostředí), nebo o jejich následné kvalifikaci.

Pokračuje vlastní kvalifikací jednotlivých skupin a typů zařízení a dokumentací provedených činností a jejich výsledků.

2.2.1 Vyhodnocení současného stavu kvalifikace

Pro jednotlivá zařízení podléhající kvalifikaci podle připraveného seznamu musí být shromážděna a zhodnocena dostupná dokumentace, která může mít vztah ke kvalifikaci (průvodní a projektová dokumentace, dokumentace o provedených výpočtech a zkouškách, pasporthy, individuální programy zajištění jakosti, dokumentace o případné předchozí kvalifikaci instalovaných zařízení, provozní předpisy, záznamy o údržbě a opravách, licenční požadavky, normy použité pro instalovanou konfiguraci JE a normy, které budou použity pro stanovení kvalifikace).

Na základě zhodnocení všech dostupných informací a po ověření že akceptovatelná kvalifikační dokumentace se týká instalované konfigurace, se určí současný stav kvalifikace jednotlivých zařízení.

2.2.2 Rozhodnutí o nápravných opatřeních pro nekvalifikovaná zařízení

Pro zařízení s nevyhovujícím stavem kvalifikace musí být rozhodnuto o nápravných opatřeních (výměna zařízení nebo jeho částí za kvalifikované, modifikace, fyzická ochrana, nebo přemístění do mírného prostředí), nebo o jejich následné kvalifikaci.

Nápravná opatření musí být postupně připravena k realizaci. Množina zařízení určených k vlastní kvalifikaci má být rozdělena na skupiny stejných typů, provozních parametrů a funkčních požadavků pro společnou kvalifikaci podle připravených metodik.

2.2.3 Vlastní kvalifikace zařízení

Program kvalifikace pokračuje na úrovni jednotlivých skupin zařízení stejného typu přípravou kvalifikační specifikace, vypracování kvalifikačního plánu a jeho realizací a dokumentací všech činností.

2.2.3.1 Kvalifikační specifikace

Kvalifikační specifikace vymezuje a definuje okruh požadavků, které musí být splněny, aby zařízení bylo kvalifikováno. Tvoří vlastně zadání pro vypracování kvalifikačního plánu pro skupiny zařízení nebo prvků stejného typu.

Kvalifikační specifikace pro konkrétní zařízení má obsahovat minimálně tyto informace:

- požadavky na funkci zařízení v normálních provozních podmínkách i v podmínkách projektových havárií, včetně doby, po kterou musí zařízení být schopno plnit požadovanou funkci
- průběhy parametrů prostředí a pracovní parametry při kterých musí zařízení zůstat provozuschopné
- technický popis zařízení a jeho prvků
- popis umístění a orientace zařízení v příslušné lokalitě
- popis rozhraní, mechanického i elektrického
- síly a zátěže na hranici fyzického rozhraní, které působí v normálních

- provozních podmínkách i v podmínkách projektových havárií
- určení potenciálně významných mechanismů stárnutí zařízení
- požadované bezpečnostní rezervy pro parametry zkoušek
- požadovanou kvalifikovanou životnost zařízení
- kritéria přijatelnosti pro kvalifikaci
- identifikaci norem, zákonných opatření, předpisů a návodů použitelných pro kvalifikaci zařízení
- specifikaci požadované kvalifikační dokumentace, která má konstatovat výsledek kvalifikačního procesu.

2.2.3.2 Kvalifikační plán a jeho realizace

Na základě kvalifikační specifikace se má vytvořit kvalifikační plán. Kvalifikační plán má obsahovat:

- soubor kvalifikačních požadavků a kritérií přijatelnosti
- popis procesu, který pomocí analýzy, zkoušek, provozních zkušeností nebo kombinací těchto metod prokáže, že zařízení splňuje kvalifikační požadavky

Úspěšná realizace kvalifikačního plánu je demonstrací dosažené kvalifikace dané skupiny zařízení a předpokladem pro vypracování kvalifikační dokumentace.

Kvalifikační plán daného zařízení by měl být odsouhlasen zadavatelem před vlastní realizací.

2.2.3.3 Kvalifikační dokumentace

Kvalifikační dokumentace má za účel prokázat, že zařízení je kvalifikováno pro výkon požadované funkce v daných podmínkách, a že byla stanovena jeho kvalifikovaná životnost. Dokumentační soubor má obsahovat kvalifikační specifikaci a podpůrnou dokumentaci, která má obsahem a formou dokladovat, že kvalifikace byla provedena v rozsahu definovaném kvalifikačními specifikacemi, zejména:

- doklad o splnění funkčních kvalifikačních požadavků
- seznam a odkazy na akceptovanou podpůrnou dokumentaci (protokoly o provedených výpočtech, zkouškách, pasport, individuální program zajištění jakosti, provozní předpisy, záznamy o údržbě a opravách, doklady o provozních zkouškách a pod.)
- závěry a výsledky kvalifikace ve formě kvalifikačního protokolu zařízení

Kvalifikační dokumentace musí být vypracována ve formě umožňující verifikaci a musí být dostupná na JE nebo v jiné organizaci v přiměřeném časovém intervalu během celé životnosti JE.

2.3 UDRŽOVÁNÍ KVALIFIKACE

Pro etapu udržování kvalifikovaného stavu zařízení se doporučuje vypracování systematického programu koordinovaných činností, týkajících se zejména:

- údržby

- náhrady zařízení, nebo jeho částí a obstarávání nových
- modifikace JE
- monitorování podmínek (okolního prostředí a pracovních podmínek) a průběžné kvalifikace
- diagnostiky, sledování poruch a stanovení trendů
- hodnocení provozních zkušeností
- zajištění jakosti
- udržování dokumentace
- školení odpovídajících pracovníků.

3. ZABEZPEČENÍ JAKOSTI

Veškeré činnosti spojené s realizací tohoto požadavku ve všech organizacích účastnících se přímo, či nepřímo procesu kvalifikace musí být prováděny podle předem zpracovaných programů zajištění jakosti. Tyto programy musí být v souladu se zavedeným systémem jakosti jaderné elektrárny a požadavky vyhlášky SÚJB č.214/ 1997 Sb.

Kvalifikace zařízení je multidisciplinární proces proto program zajištění jakosti musí zahrnovat postupy pro tak různorodé činnosti jako jsou zejména v přípravné etapě:

- stanovení vstupních dat pro kvalifikaci zahrnující výběr zařízení na základě bezpečnostních analýz,
- thermohydraulické a radiační výpočty parametrů prostředí pro projektové havárie,
- shromažďování technické dokumentace o zařízeních podléhajících kvalifikaci
- rozdetailování zařízení na prvky a samostatně kvalifikovatelné celky
- rozřídění prvků do skupin které budou kvalifikovány společně
- vypracování projektu odběru vzorků pro kvalifikační testy
- příprava experimentálních zařízení pro typové zkoušky
- příprava metodik, postupů a výpočtových programů pro kvalifikační analýzy
- inspekční prohlídky zařízení na JE
- sběr a hodnocení provozních zkušeností.

V etapě realizace vlastní kvalifikace:

- stanovení současného stavu kvalifikace na základě shromážděné dokumentace
- rozhodování o realizaci kvalifikačních postupů na základě porovnání nákladů na kvalifikaci s cenou nových již kvalifikovaných zařízení
- vypracování kvalifikačních specifikací a plánů pro jednotlivé skupiny zařízení nebo prvky
- realizace kvalifikačních testů a výpočtových analýz
- vyhodnocení výsledků kvalifikace
- vypracování závěrečné kvalifikační dokumentace
- návrhy a doporučení pro udržování kvalifikace
- v případě nevyhovujících výsledků návrhy na výměnu zařízení, včetně stanovení kvalifikačních požadavků na objednávky nových zařízení
- k výčtu uvedených činností, který zdaleka není kompletní je nutné uvažovat činnosti spojené s udržováním kvalifikace na JE pro zařízení úspěšně kvalifikovaná.

Rovněž zajištění jakosti činností spojených s návrhem, výrobou, montáží, objednáváním a skladováním je předpokladem hodnověrné kvalifikace instalovaných zařízení.

Součástí programu zajištění jakosti musí být především:

- detailní pracovní postupy jednotlivých činností a hodnocení v jednotlivých krocích se zodpovědností za jejich přípravu a plnění
- způsob zajištění hodnocených a kvalifikovaných vstupů do prováděného hodnocení
- použití certifikovaných výpočetních programů a jejich validace
- použití úředně kalibrovaných měřidel pro experimentální činnosti
- prezentování získaných výsledků experimentů, výpočtů a posouzení v původním tvaru včetně údajů o jejich neurčitosti, daných použitými metodami
- způsob archivace výsledků, a to jak vstupních dat, dat o výpočtových nebo experimentálních modelech, tak i údajů vypočtených nebo změřených včetně výsledků hodnocení; tyto údaje nutno archivovat po celou dobu životnosti zařízení.

LITERATURA

- 1) NTD A.S.I. Hodnocení pevnosti zařízení a potrubí jaderných elektráren typu VVER, Sekce III, Praha a Brno, 1995
- 2) ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Section III, Division 1. ASME, New York, 1995
- 3) PiNAE G-1-011-89 Obščije položenija obespečenija bezopasnosti atomnyh stancij (OPB-88), Gosatomenergondzor SSSR, Moskva, 1990.
- 4) VVER-SC-108, 1995-04-07, Bezpečnostní problémy a jejich odstupňování pro jaderné elektrárny typu VVER 440, model V 213, Vídeň 27.2.÷3.3.1995, IAEA
- 5) Safety Series 50-C-D Code on Safety of Nuclear Power Plants: Rev. 1., IAEA, Vienna, 1988.
- 6) Equipment Qualification in Operational Nuclear Power Plants: Upgrading, Preserving and Reviewing, Safety Reports Series No. 3, IAEA, 1998
- 7) Holzmann, P. M., Sliter G.E., Nuclear Power Plant Equipment Qualification Reference Manual, EPRI 1993
- 8) 10CFR Part 50, Section 50.49 Environmental Qualification of Electric Equipment Important to Safety for Nuclear Power Plants,
- 9) Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear PowerPlants. NUREG-0800, US NRC, Washington, 1989.
- 10) Bulletin No. 79-01B, Attachment 4 - Guidelines for Evaluating Environmental Qualification of Class 1E Electrical Equipment in Operating Reactors, U.S. NRC, 1979
- 11) IEC 780 Qualification of Electrical Items of the Safety System for Nuclear Power Generating Stations, 1984, Dodatek 1 IEC 780 (vydána též jako ČSN IEC 780 v r. 1993)
- 12) IEEE Std.323 - 74, 83 Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations
- 13) IEEE Std.334 - 74, 94 Standard for Type Test of Continuous Duty Class 1E Motors for Nuclear Power Generating Stations
- 14) IEEE Std.382 - 85, Type Test of Class 1E Electrical Valve Operators for Nuclear Power Plants
- 15) IEEE Std.383 - 74 Standard for Type Test of Class 1E Electric Cables, Field Splices and Connections for Nuclear Power Generating Stations
- 16) IEEE Std.627 - 80 Standard for Design Qualification of Systems Equipment Used in Nuclear Power Generating Stations
- 17) ASME QME-1 - 1994: Qualification of Active Mechanical Equipment Used in Nuclear Power Plants, ASME, New York, 1994

- 18) IEC 980 Recommended Practices for Seismic Qualification of Electrical Equipment of the Safety System for Nuclear Power Generating Stations. IEC, 1989 (vydána též jako ČSN IEC 980 v r. 1993)
- 19) IEEE Std 344-87 Recommended Practice for Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations. IEEE, New York, 1987.
- 20) NUREG/CR - 4482 Recommendations to the NRC on Trial Guidelines for Seismic Margin Reviews of NPPs; Prassinov P.G., Rawindra, March 1986
- 21) NUREG - 1030 NRC 1987 Seismic Qualification of Equipment in operating NPPs. Unresolved Safety Issue A - 46.
- 22) Criteria for Seismic Evaluation and Potential Design Fixes for VVER Type Nuclear Power Plants. Prepared for IAEA by Stevenson and Associates, Cleveland, 1994
- 23) RG 1.29 Seismic Design Classification, Revision 3, NRC, Washington, 1978
- 24) A Methodology for Assessment of Nuclear Power Plant Seismic Margin, Report NP-6041-M, Rev. 1, EPRI, Palo Alto, 1991
- 25) RG 1.122 Development of Floor Design Response Spectra for Seismic Design of Floor-Supported Equipment of Components, Rev. 1 NRC, Washington, 1978
- 26) RG 1.100 Seismic Qualification of Electric and Mechanical Equipment for Nuclear Power Plants, Revision 2, NRC, Washington, 1988
- 27) Generic Implementation Procedure for Verification of Seismic Adequacy of Nuclear Power Plant Equipment, Revision 2A, SQUG, 1992
- 28) Technical Guidelines for Re-Evaluation Programme of Mochovce NPP(Units 1-4), IAEA, Vienna, August, 1995
- 29) Criteria for Seismic Evaluation and Potential Design Fixes for VVER Type Nuclear Power Plants, Prepared for IAEA by Stevenson and Associates, Cleveland, 1994