

První úvahy o důsledcích událostí v elektrárně Fukushima

Kontrola a přehodnocení bezpečnosti jaderných elektráren
Stav: 16.03.2011

Průběh havárií v japonských jaderných elektrárnách počínaje 11. březnem 2011 je také v Německu podnětem pro přehodnocení otázek bezpečnosti. Platí to jak pro situaci v elektrárně Fukushima (I.), další podobné havárie (II.), tak i pro obecné přehodnocení rizik (III.). Provedení kontroly musí být více, než jen pouhé ověření starých kontrolních výsledků (IV.). Realizace požadovaných kontrol a opatření musí proběhnout co nejdříve na všech elektrárnách podle (aktuálního) stavu vědy a techniky a zároveň jako *předpoklad* pro využití dalšího množství elektrické energie na základě zákonného prodloužení jejich chodu.

Následující seznam vychází v předběžných úvah na základě současných poznatků. V případě potřeby se bude tento seznam dále upravovat, a to především podle dalšího vývoje poznatků z japonských jaderných elektráren a průběžných výsledků kontrol.

I. Události v elektrárně Fukushima - závěry pro německé jaderné elektrárny

1. Dimenze zemětřesení a dynamika půdního prostředí

- a) Je nutné přepočítat v co nejkratší době dimenze zemětřesení podle současného stavu vědy a techniky na základě aktuálního zatížení zemětřesením. V případě potřeby budou okamžitě realizována opatření pro dodatečné vybavení.
- b) Do nových propočtů o dimenzích zemětřesení se zahrnuje i působení dynamických procesů půdy, jako jsou např. propadliny, subsidence, sesuvy půdy a další přesuny hmoty všeho druhu, ať už jako přímý vliv nebo jako důsledek zemětřesení. V případě potřeby budou okamžitě realizována opatření pro dodatečné vybavení.
- c) Prověřeny musí být především všechny komponenty všech čtyř bezpečnostních úrovní, které jsou nezbytné pro bezpečný provoz v případě zemětřesení nebo po něm a v případě potřeby musí být patřičně nahrazeny nebo obnoveny.

2. Dimenze povodní

- a) Je nutné přepočítat v co nejkratší době dimenze povodní podle současného stavu vědy a techniky s ohledem na změny klimatu a v případě potřeby okamžitě realizovat opatření pro dodatečné vybavení. Při výpočtech záplav se počítají i přílivové vlny (Severní moře) a větší vlny sousedního vodstva, které jsou vyvolané zemětřesením nebo bouří a ještě umocněny povodněmi.
- b) Prověřeny musí být především všechny komponenty všech čtyř bezpečnostních úrovní, které jsou nezbytné pro bezpečný provoz v případě povodní a v případě potřeby musí být patřičně nahrazeny nebo obnoveny.

3. Další externí události

a) Dimenzování a provozní předpisy jaderných elektráren budou s ohledem na další externí události a změny klimatu co nejdříve překontrolovány podle současného stavu vědy a techniky (např. extrémní povětrnostní podmínky, pád letadla, kybernetický útok, pandemie). V případě potřeby budou okamžitě realizována opatření pro dodatečné vybavení. Kromě jiného je nutné zkontrolovat, do jaké míry jsou předpokládané dimenze (např. v případě zemětřesení, povodní) zahrnuty do dimenzí systémů a zda byly dostatečně zohledněny eventuální dopady v případě selhání jiných systémů a komponent (např. pomocné systémy).

4. Kombinované vlivy externích událostí

Je nutné prověřit, které kombinace událostí (např. zemětřesení a celoplošný výpadek elektrické sítě) je nutné podle současného stavu vědy a techniky při dimenzování zohlednit. V případě potřeby budou okamžitě realizována opatření pro dodatečné vybavení.

5. Konkrétní opatření

a) Je nutné zkontrolovat zajištění bezpečnosti proti zemětřesení především u nouzových zdrojů napájení, včetně všech pomocných zařízení a zařízení potřebných pro zásobování na základě současného stavu vědy a techniky.

b) Dále je nutné zkontrolovat a eventuálně zlepšit zásobování dodatečnou chladicí vodou, důležité z hlediska technické bezpečnosti s ohledem na události s potenciálem *common cause* jako jsou cizí látky (seno, mušle, medúzy, atd.).

c) Pro získání znalostí o stavu zařízení musí být z velína nebo z náhradního řídicího místa zajištěno měření systémově důležitých provozních poruch a údajů o haváriích. Dále je nutné zajistit průběžné předávání těchto údajů kontrolním úřadům (kontrola havarijních plánů). Zde je nutné provádět opakovaná měření, která budou lokálně evidována odděleným způsobem.

d) Je nutné zkontrolovat podle současného stavu vědy a techniky přístrojové vybavení pro případ jaderné havárie, aby bylo možné zajistit průkazné hodnoty i v oblastech nad rámec dimenzování.

e) Pro každý blok reaktoru je nutné naplánovat nouzový velín, vybrané místo patřičně pevně zabezpečit a prostorově uspořádat tak, aby bylo možné jej i v případě většího uvolňování v areálu elektrárny průběžně obsazovat.

f) Soběstačnost nouzového napájecího systému musí být zajištěna na dobu 72 hodin.

g) Nouzová opatření pro zatopení tlakové nádoby reaktoru (vnější chlazení tlakové nádoby reaktoru) musí být ověřena podle současného stavu vědy a techniky. V případě potřeby budou okamžitě realizována opatření pro dodatečné vybavení.

h) Pro případ prosakování z bezpečnostní nádoby je nutné naplánovat opatření pro odčerpávání z budovy reaktoru (SWR) nebo prstencového prostoru (DWR).

i) Je nutné učinit taková opatření, která minimalizují dopady exploze vodíku v případě poruchy nebo havárie do takové míry, aby zůstaly náhradní a nouzové systémy funkční.

j) U budovy reaktoru (SWR): posílení možnosti napájení do tlakové nádoby reaktoru, která je pod tlakem (>10bar) dodatečně na vysokotlaké systémy TJ a TM, aby byla menší závislost na snížení tlaku a nasazení nízkotlakých systémů.

k) U prstencového prostoru (DWR): posílení možnosti napájení do primárního obvodu parou poháněným čerpadlem, tak jako u budovy reaktoru SWR, které je závislé pouze na řídicím proudu, ne však na výkonovém proudu.

II. Podobné průběhy havárií

- a) Je nutné zkontrolovat, zda je možné v případě pádu letadla (náhodné, teroristické) předejít výpadku nouzového chlazení resp. nouzového napájecího zdroje elektřiny.
- b) Je nutné zkontrolovat robustnost a délku trvání účinnosti nouzového chlazení a nouzového napájecího zdroje (dieselagregát, baterie) pro případ dlouhodobějšího výpadku infrastruktury (např. externí zásobování elektřinou).
- c) Veškeré záložní dieselagregáty musí být bezpečně zabudovány.
- d) Potrubí pro chlazení bezpečnostních systémů musí být vedeno v přístupných bezpečně zabudovaných potrubních kanálech.
- e) Havarijní chladicí systém a dochlazovací systém musí být průběžně nastaveny na 4 větve, přičemž každá má 100 % dochlazovací kapacity. Uvedené čtyři větve vykazují postavení 2+2. Všechny větve musí být průběžně chráněny před vnějšími vlivy a musí být eventuálně v případě potřeby umístěny odděleně.
- f) Každá elektrárna musí být dodatečně vybavena vysokotlakým napájecím systémem poháněným parou a bateriemi pro vyrovnávání v souladu s patřičnými systémy německých varných reaktorů stavební řady 69 a tlakovodním reaktorem Biblis A. Tyto systémy jsou koncipovány proti stacionárnímu black outu (totální výpadek elektřiny).
- g) Pro chlazení nádrže na ukládání palivových článků jsou vedle dvou zapojených větví nouzového chlazení a dochlazování potřebné další dvě chladicí větve s kapacitou 2x100 %, přičemž alespoň jedna větev by měla být trvale kompletně pevně zabudovaná a odolná proti povodním.
- h) Nouzové agregáty, které zajišťují napájení nouzového chlazení elektřinou, by měly být průběžně nastaveny na 4x 100 % kapacity nouzového proudu. Uvedené čtyři větve by měly být postaveny odlišně. Po dvou větvích na 100 % výkonu v párech s odlišnou stavební konstrukcí aktivních komponent nouzového proudu.
- i) Nutné jsou zde mobilní dieselagregáty a instalace pevných napájecích bodů, aby bylo možné je bez prodlevy napojit a pokračovat tak technicky bezpečně v zásobování důležitých spotřebitelů.
- j) Všechny elektrárny musí být dodatečně vybaveny systémy pro havarijní stavy. Tyto systémy jsou u předkonvojových a konvojových elektráren technickým standardem. Doplnované systémy pro havarijní stavy by měly být kompatibilní s doplňovanými systémy nouzového chlazení a dochlazování a následného chlazení a systému nouzového proudu. To znamená místo pouhých 4x50 % kapacity jako u konvojových elektráren by měly být i zde zřízeny odlišné systémy 4x100 %, pokaždé 2x100 % + 2x100 % s odlišnými stavebními aktivními komponentami. Systémy pro havarijní stavy musí být bezpečně zabudovány.
- k) Ve varných reaktorech je nutné zajistit větší objem chladicího média, a to díky větším nádržím na skladování chladicího média, které musí být odolné proti poruchám. U tlakovodního reaktoru by měla být zvětšena kapacita tzv. zaplavovacích nádrží.
- l) U tlakovodních reaktorů by měla být pro zajištění třetí bariéry při sekundárním snížení výkonu v důsledku vypouštění páry přes střechu doplněna sekundární kondenzační komora. Tato kondenzační komora by měla mít objem vody, který bude sloužit, stejně jako u varných reaktorů jako předloha pro vypouštění páry. Tato voda by měla být opět přivedena do parního generátoru. Pro tuto sekundární kondenzační komoru DWR je nutné nainstalovat systém přívodu tepla.

- m) Nádrž na ukládání palivových článků by měla být koncipována uvnitř bezpečnostní nádrže nebo musí být opatřena adekvátní bariérou proti uvolňování, tak jako v případě bezpečnostní nádrže.
- n) Pevně zabudované a prostorově oddělené studny zabezpečené proti zemětřesení a záplavám musí být v daném místě dodatečně vybaveny borem, mobilními nouzovými generátory a čerpadly.

III. Obecné přehodnocení rizik

- a) Okamžité zavedení platnosti nových jaderně technických pravidel (*pravidla bezpečnosti pro jaderné elektrárny*).
- b) Je nutné ověřit koncepci jednotlivých chyb, popřípadě je nutné nastavit systém tak, aby se předcházelo výskytu několika jednotlivých chyb současně.
- c) Je nutné doložit, že poruchy v důsledku dimenzování, se kterými se na základě současných znalostí vědy a techniky počítá (modul 3 bezpečnostních kritérií), jsou pod kontrolou.
- d) Ve všech německých elektrárnách musí být co nejrychleji nastavena účinná koncepce bezpečnosti IT. Tím bude zajištěno, že bezpečný provoz zařízení nebude narušen žádným útokem přes IT.
- e) Digitální systémy v oblasti ochrany reaktoru budou zavedeny pouze tehdy, pokud budou zabezpečeny proti neoprávněné manipulaci tak, jak je dnes používaná analogová technologie.
- f) Je nutné vyloučit možné dopady na bezpečnost jaderných elektráren v důsledku výpadků elektrické sítě např. u simultánních útoků IT na zařízení infrastruktury zásobování elektrickou energií.
- g) Je nutné ověřit, zda může v důsledku simultánních útoků IT na několik jaderných elektráren dojít k současnému rychlému odpojení.
- h) Co nejrychlejší realizace zlepšení bezpečnosti na základě „seznamu pro dodatečné vybavení elektráren“ Spolkového ministerstva pro životní prostředí (BMU), přičemž se ustoupí od stanovení požadavků na dodatečné vybavení na základě principu pravděpodobnosti (body P2) jako předpokladu pro využívání dalšího množství elektrické energie v důsledku prodloužení chodu elektráren.
- i) Kvalita zařízení a opatření pro ovládání událostí, které byly doposud zařazeny jako události s občasným výskytem bezpečnostní úrovně 4a, budou převedeny na úroveň bezpečnosti 3.
- j) Systematická kontrola zařízení a opatření bezpečnostní úrovně 4b a 4c co do kvality a účinnosti, tak aby odpovídaly dnešnímu stavu vědy a techniky.
- k) Dimenze tlakových nádob reaktoru a jejich vestavěných částí musí být u varných reaktorů stavební řady 69 prověřeny podle nejnovějších poznatků vědy a techniky z pohledu kritických míst co do únavy materiálu a křehnutí pomocí všech možných zátežových zkoušek (pro aktuální nakládku jádra, obohacování, stavy vyhoření, chvění). Zároveň je nutné brát zřetel na omezené možnosti hledání resp. nacházení trhlin a případnou korozi.
- l) Pro všechny nádrže a potrubí tlakového okruhu je nutné zajistit podle stavu vědy a techniky vyloučení poruch v zátěžových případech (pád letadla, zemětřesení, poruchy, ATWS) na dobu předpokládaného provozu. Stav jako únava materiálu, vychýlení, kmitání či dilatace se musí průběžně sledovat a vyhodnocovat.
- m) Pro všechny nádrže a potrubí je nutné doložit podle současného stavu vědy a techniky potvrzení o ukotvení (např. trnů) důležitých bezpečnostně technických systémů.
- n) Odpojování bezpečnostních chladicích systémů během ostrého provozu za účelem preventivní údržby je nepřípustné. Takové činnosti by měly probíhat v rámci revizí.

IV. Postup při kontrole

- a) Pro každou elektrárnu se vytvoří znalecký tým, ve kterém budou pouze pracovníci znaleckých firem, kteří na dotčeném zařízení nepracovali jako hlavní znalci, tedy: jiné organizace TÜV, společnost GRS, ekologické instituce, projektové kanceláře sdružující fyziky, společnost ESN atd.
- b) Spolkový kontrolní úřad obdrží bez jakéhokoli omezení všechny požadované podklady a u nadřazených otázek bude spolupracovat s komisí pro bezpečnost reaktorů (RSK).
- c) Požadovaná opatření se musí co nejrychleji realizovat na všech elektrárnách a jsou předpokladem pro využití dodatečného množství elektřiny z prodloužené doby chodu elektráren.