

## **Első megfontolások Fukusima következményeivel kapcsolatban**

A német atomerőművek biztonsági felülvizsgálata és újraértékelése  
2011.03. 16-i állapot

A 2011. március 11. óta a japán atomerőműveknél bekövetkezett baleseti események Németország számára is okot szolgáltatnak a biztonsági helyzet újraértékelésére. Ez egyaránt érvényes a Fukusima-szenáriók (I.), a hasonló károkkal foglalkozó szenáriók (II.) és a kockázatok általános újraértékelése (III.) tekintetében. A felülvizsgálatok végrehajtásának túl kell mutatnia a régi vizsgálati eredmények pusztá verifikálásán (IV.). A szükséges felülvizsgálatokat és intézkedéseket minden egyes létesítményre kiterjedően rövid időn belül és a további árammennyiségek törvényben rögzített üzemelési időtartam-meghosszabbítás alapján történő felhasználásának *előfeltételeként* kell a tudomány és a technika (legújabb) állásának megfelelően végrehajtani.

Az alábbi lista a jelenlegi ismereteink szerinti előzetes megfontolásokon alapul. Ez adott esetben többek közt a japán atomerőművekből származó ismeretek továbbfejlődésének és a felülvizsgálatok közbenső eredményeinek figyelembe vételével kerül továbbfejlesztésre.

### **I. Fukusima-szenárió – végkövetkeztetések német atomerőművek számára**

#### **1. A földrengéssel szembeni biztonsági követelmények értelmezése és a talajdinamika**

- a) A földrengéssel szembeni biztonsági követelmények értelmezését a tudomány és technika jelenlegi állása szerint rövid időn belül aktuális földrengésterhelésekkel újra kell számítani. A szükséges kiegészítő felszerelési intézkedéseket adott esetben haladéktalanul meg kell tenni.
- b) Az olyan talajdinamikai hatásokból, mint például omlásokból és alámosódásokból, földcsuszamlásokból és mindenfajta egyéb tömegeltolódásból származó behatásokat, legyenek azok közvetlenek vagy akár földrengés által kiváltottak, a földrengéssel szembeni biztonsági mutatók újraszámításánál figyelembe kell venni. A szükséges kiegészítő felszerelési intézkedéseket adott esetben haladéktalanul meg kell tenni.
- c) A biztonságos üzemeléshez különösen egy földrengés esetén és után szükséges összetevőket mind a négy biztonsági szinten felül kell vizsgálni és adott esetben megfelelően pótolni vagy tökéletesíteni kell.

#### **2. Az áradással szembeni biztonsági követelmények értelmezése**

- a) Az áradással szembeni biztonsági követelmények értelmezését a tudomány és technika jelenlegi állásának megfelelően a klímaváltozás figyelembe vételével rövid időn belül újra kell számítani és az esetleg szükséges intézkedéseket haladéktalanul meg kell tenni. Az elárasztások számításánál a tengeri szökőárakat (Északi tenger) és a csatlakozó vizekre ható azon hullámokat is figyelembe kell venni, amelyeket például árvizekkel tetézt földrengések vagy viharok okoznak.

- b) A biztonságos üzemeléshez különösen egy áradási esemény esetén és után szükséges összetevőket mind a négy biztonsági szinten felül kell vizsgálni és adott esetben megfelelően pótolni vagy tökéletesíteni kell.

### 3. További külső események

- a) Az atomerőművek további külső eseményekkel kapcsolatos biztonsági követelményeinek értelmezését és üzemelési előírásait a tudomány és technika jelenlegi állása szerint és a klímaváltozásra tekintettel is rövid időn belül felül kell vizsgálni (például szélsőséges időjárási körülmények, repülőgép-lezuhanás, kibertámadás, tömeges járvány). A szükséges kiegészítő felszerelési intézkedéseket adott esetben haladéktalanul meg kell tenni. Ennek során a többi között azt is vizsgálni kell, hogy a biztonsági követelmények értelmezése (például földrengés vagy áradás esetére) mennyiben folyik bele a rendszer biztonsági követelményeinek kialakításába és hogy a más rendszerek és részegységek meghibásodásából eredő lehetséges kihatások kellően figyelembe vételre kerülnek-e.

### 4. Külső események kombinációs hatása

Megvizsgálandó, hogy mely események kombinációit (például földrengés és a villamosáram-hálózat nagy területre kiterjedő kiesése) kell a tudomány és technika jelenlegi állása szerint figyelembe venni az újraértelmezésnél. Az esetleg szükséges kiegészítő felszerelési intézkedéseket haladéktalanul meg kell tenni.

### 5. Konkrét intézkedések

- a) A földrengésállóságot különösen a vészhelyzetben szükséges áramellátási berendezéseknél is – beleértve az üzemeltetésükhöz szükséges segéd- és ellátó-berendezéseket – a tudomány és technika jelenlegi állásának megfelelően felül kell vizsgálni.
- b) A biztonságtechnikailag lényeges mellékhűtővíz-ellátást emellett ellenőrizni és adott esetben tökéletesíteni kell az olyan „*common cause potential*”-lal járó eseményekre tekintettel, amilyenek például az idegen anyagok (széna, kagylók, medúzák stb.).
- c) A létesítmény állapotának ismeretéhez a rendszerszempontról lényeges üzemzavar- és baleset-adatokat az őrhelyről és a vészvezérlési helyről biztosítani kell. Emellett biztosítani kell azt is, hogy ezek az adatok folyamatosan továbbításra kerüljenek a felügyeleti hatóságokhoz (a havária-tervek felülvizsgálata). E célból redundáns mérésekre van szükség, melyek továbbítása helyileg szétválasztott utakon történik.
- d) Az alap- és üzemzavari műszerezést a tudomány és technika jelenlegi állásának megfelelően felül kell vizsgálni, hogy a méretezésen túlmenő tartományokban is kifejező értékeket biztosítsanak.
- e) Gondoskodni kell arról, hogy legyen minden egyes reaktorblokkhoz egy vészvezérlési hely, amely megfelelő bunkervédelemmel van ellátva és térbelileg úgy van kialakítva, hogy az a személyzet által a létesítmény területén bekövetkezett nagyobb kibocsátások esetén is folyamatosan használható legyen.
- f) A szükség-áramszolgáltatás önellátását 72 órára biztosítani kell.

- g) A reaktor-nyomástartály elárasztását célzó vészhelyzeti intézkedést (a reaktortér külső hűtését) a tudomány és technika jelenlegi állásának megfelelően felül kell vizsgálni. Az esetleg szükséges kiegészítő felszerelési intézkedéseket haladéktalanul meg kell tenni.
- h) Visszatáplálási intézkedéseket kell előírni a reaktorépületből (forró vizes reaktor, FVR) illetve a gyűrűtérből (nyomott vizes reaktor, NyVR) a biztonsági tartályból eredő szivárgásokhoz.
- i) Olyan intézkedéseket kell hozni, amelyek az üzemzavar vagy baleset esetén bekövetkező hidrogén-robbanás kihatásait oly mértékben csökkentik, hogy az üzemzavari és vészhelyzeti rendszerek működőképesek maradjanak.
- j) Forró vizes reaktorok esetén: A betáplálási lehetőségek megerősítése egy nyomás (>10bar) alatt álló reaktortartályba a TJ és TM mellett, hogy kevésbé függjünk a nyomás-lefúvatástól és a kisnyomású rendszerek alkalmazásától.
- k) Nyomott vizes reaktorok esetén: A primerköri betáplálási lehetőségek megerősítése egy olyan gőzhajtású szivattyú révén, amilyen a forró vizes reaktornál is van és amely csak vezérlő áramot igényel, meghajtó erősáramot azonban nem.

## II. Hasonló kárcsenáriók

- a) Ellenőrizni kell, hogy a vészhűtés illetve a szükség-áramszolgáltatás kiesése (véletlen vagy terrorcselekmény miatti) repülőgép-lezuhanás esetén megakadályozható-e.
- b) Felül kell vizsgálni a vészhűtés és a szükség-áramellátás (dízelaggregát, akkumulátorok) robusztusságát, valamint hatékonyságának tartósságát az infrastruktúra (például külső áramellátás) tartós kiesésének szempontjából.
- c) Az összes szükség-áramfejlesztő dízelaggregátort bunkervédelemmel kell ellátni.
- d) A biztonsági rendszerek hűtésére szolgáló csővezetékeket járható bunkervédett vezetékcsatornában kell vezetni.
- e) A szükség- és utóhűtő rendszert általánosan négy, egyenként 100 % utóhűtő-kapacitású strangra kell bővíteni. A négy strang 2+2-diverzitással rendelkezzen. Az összes strangot kívülről érkező behatások ellen védetten illetve adott esetben térbelileg elválasztva kell kiépíteni.
- f) Minden létesítményt egy további gőz-működtetésű, teleppel pufferezt nagynyomású betápláló rendszerrel kell kiegészíteni a 69-es építési irányelv szerint épült német forró vizes reaktoroknál és a Biblis A típusú nyomott vizes reaktornál alkalmazott megfelelő rendszerekhez igazodva. Ezek a rendszerek *Station Black Out* (teljes áramkimaradás) ellen vannak méretezve.
- g) A fűtőelem-tárolómedence hűtésére – a két erre szolgáló szükség- és utóhűtő fővezetéken kívül – két további hűtővezeték szükséges 2x100 % kapacitással, melyek közül legalább az egyik strang teljes hosszában bunkerrel és árvíz ellen védett kell legyen.
- h) A szükség-hűtőrendszereket árammal ellátó szükségáram-rendszereket teljes egészükben 4x100 % szükségáram-kapacitásra kell bővíteni. A négy

vezetékét eltérően kell kiépíteni. Két-két 100%-os strang páronként típusában eltérő konstrukciójú szükségáram-alkotóelemekből álljon.

- i) Mobil szükségáram-aggregátokat és ezek számára fix betáplálási pontok létesítését kell előírni, hogy ezeket késedelem nélkül csatlakoztatni lehessen, ekként biztosítva a biztonságtechnikailag fontos fogyasztók ellátását.
- j) Minden létesítményben további általános vészhelyzeti rendszereket kell felszerelni. Ezek a Konvoi előtti és a Konvoi-típusú atomerőműveknél a technika jelen állását képezik. Az utólagosan kiépítendő szükségállapotú rendszereknek az utólagosan kiépítendő szükség- és utóhűtő-rendszerekkel és a szükségáram-rendszerekkel konzisztensnek kell lenni. Azaz a Konvoi-típusú létesítményeknél jelenleg meglévő csupán 4x50 % kapacitás helyett itt 4x100 %-os eltérő rendszereket kell létesíteni, melyek egyenként 2x100 % + 2x100 % típusukban eltérő aktív komponenseket tartalmaznak. A szükségállapotú rendszereket bunkervédelemmel kell ellátni.
- k) A forró vizes reaktorokban a hűtőanyag-készletet olyan megnagyobbított hűtőanyag tároló tartályokkal kell megnövelni, amelyek meghibásodás-mentes kivitelezéssel rendelkeznek. A nyomott vizes reaktoroknál az úgynevezett elárasztó tartályok befogadóképességét meg kell növelni.
- l) A nyomott vizes reaktoroknál a harmadik gát biztosítása céljából a tetőn keresztüli lefúvatás útján történő szekunderoldali leállítás céljából egy szekunder-oldali kondenzációs kamrát kell utólagosan létesíteni. Ennek a kondenzációs kamrának olyan vízkészlettel kell rendelkeznie, amely a lefúvatáshoz – a forró vizes reaktoroknál alkalmazotthoz hasonlóan – előtétként szolgál. Biztosítandó emellett, hogy ez a vízmennyiség újra betáplálható legyen a gőzfejlesztőbe. A nyomott vizes reaktor ezen szekunder-kondenzációs kamrájához egy hőrávezető rendszert kell létesíteni.
- m) A fűtőelem-tárolótartályt a biztonsági tartályon belül kell betervezni vagy a kibocsátások elleni biztonsági tartállyal egyenértékű gáttal kell ellátni.
- n) Térben különválasztott, földrengés- és árvíz-biztosan bunkerezett bórréteges kutakat, mobil szükség-áramfejlesztőket és helyszíni szivattyúkat kell előírni.

### III. Kockázatok általános újraértékelése

- a) Az új atomtechnikai szabályozás (*Atomerőművek biztonsági kritériumai*, németül: *Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke*) azonnal hatályba lép.
- b) Az egyedi hiba koncepció felülvizsgálandó, adott esetben több egyedi hiba fellépését kell feltételezni.
- c) Igazolni kell, hogy kezelni tudjuk azokat méretezési hibákat, amelyek a tudomány és technika mai állása szerint feltételezhetők (*Atomerőművek biztonsági kritériumai*, 3. modul).
- d) Valamennyi német létesítményben egy hatékony IT-Security-koncepció kerül rövidesen megvalósításra. Ezzel biztosítható az, hogy a létesítmények biztonságos üzemelését ne veszélyeztethessék IT-támadások.
- e) A reaktorvédelemben digitális rendszerek csak akkor kerülnek bevezetésre, ha ezek ugyanolyan biztonsággal védhetők meg manipulációk ellen, mint a jelenleg használatos analóg technika.

- f) A villamosáram-hálózatnak az atomerőművek biztonságára kiható – például az áramszolgáltatási infrastruktúra berendezéseit érő szimultán IT-támadások esetén bekövetkező – kimaradását ki kell zárni.
- g) Meg kell vizsgálni, hogy több atomerőművet érő szimultán IT-támadások képesek-e egyidejű gyorslekapcsolásokat kiváltani.
- h) A német Szövetségi Környezetvédelmi Minisztérium kiegészítő felszerelési jegyzékén („*Nachrüstungsliste*”) alapuló biztonsági korszerűsítések rövid időn belüli végrehajtása – anélkül, hogy azokat valószínűségi megfontolásoktól (P2-pontok) tennék függővé – az előfeltétele annak, hogy a atomerőmű-üzemelési élettartam-meghosszabbításból eredő plusz-árammennyiségek felhasználhatók legyenek.
- i) A berendezések minőségét és az olyan események kézbentartására irányuló intézkedéseket, melyek eddig ritka eseményként a 4a biztonsági szintbe voltak besorolva, a 3 biztonsági szint nivójára kell felvinni.
- j) A 4b és c biztonsági szint berendezéseinek és intézkedéseinek a szisztematikus felülvizsgálata minőség és hatékonyság szempontjából, a tudomány és technika mai állásának megfelelően.
- k) A reaktor-nyomástartályok és beépített elemeik méretezését a 69-es építési irányelv szerint épült forró vizes reaktoroknál a tudomány és technika jelenlegi állásának megfelelő eljárással az ezen helyek minden lehetséges terhelési esetből (aktuális magfeltöltések, dúsítások, leégési állapotok, rezgések) eredő kifáradását és elridegedését illetően minden gyenge pontra igazolni kell. Ennek során figyelembe kell venni a repedések valamint a lehetséges korrózió észlelésének korlátozott vizsgálati lehetőségeit.
- l) A nyomástartó körbezárás összes tartályára és csővezetékére biztosítani kell a törés-kizárást a tudomány és technika mai állása szerint a tervezett üzemelési időben lehetséges terhelési esetekre (repülőgép-lezuhanás, földrengés, üzemzavarok, ATWS). Az állapotukat (kifáradás, lerakódások, rezgések, tágulások) folyamatosan kell ellenőrizni és kiértékelni.
- m) Az összes tartályt és csővezetékét illetően a biztonságtechnikailag fontos rendszerek rögzítéseinek (például dűbelek) igazolását a tudomány és technika jelenlegi állásának és az összes terhelésnek megfelelően be kell mutatni.
- n) A biztonsági hűtőrendszerek kikapcsolása a teljesítmény-üzemelés alatt megelőző karbantartás céljából nem megengedett. Ezt a revíziók során kell elvégezni.

#### **IV. A felülvizsgálati eljárás**

- a) Minden egyes létesítmény számára egy szakértői teamet kell alakítani, melyhez csak olyan szakértő szervezetek munkatársai tartoznak, amelyek az adott létesítményben nem tevékenykedtek fő-szakértőként, tehát: más TÜV, GRS, Öko-intézet, fizikus-irodák, ESN és hasonló munkatársai.
- b) A német szövetségi felügyelő-hatóság korlátozás nélkül megkap minden kívánt dokumentumot és a fölrendelt kérdések vizsgálatába bevonja a Reaktor-biztonsági Bizottságot (RSK).

- c) Az előírt intézkedéseket az összes létesítménynél rövid időn belül és az élettartam-meghosszabbításból származó árammennyiség hasznosításának előfeltételeként végre kell hajtani.