



3.10. sz. útmutató

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő aterőművekben

Verzió száma:

2.

(Új, műszakilag változatlan kiadás)

2015. november

Kiadta:

Fichtinger Gyula
az OAH főigazgatója
Budapest, 2015

A kiadvány beszerezhető:
Országos Atomenergia Hivatal
Budapest

FŐIGAZGATÓI ELŐSZÓ

Az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) az atomenergia békés célú alkalmazása területén működő, önálló feladat- és hatáskörrel rendelkező országos illetékességű központi államigazgatási szerv. Az OAH-t a Magyar Köztársaság Kormánya 1990-ben alapította.

Az OAH jogszabályban meghatározott közfeladata, hogy az atomenergia alkalmazásában érdekelt szervektől függetlenül ellássa és összehangolja az atomenergia békés célú, biztonságos alkalmazásával, így a nukleáris és radioaktív hulladék-tároló létesítmények és anyagok biztonságával, nukleáris veszélyhelyzet-kezeléssel, nukleáris védettséggel kapcsolatos hatósági feladatokat, valamint az ezekkel összefüggő tájékoztatási tevékenységet, továbbá javaslatot tegyen az atomenergia alkalmazásával kapcsolatos jogszabályok megalkotására, módosítására és előzetesen véleményezze az atomenergia alkalmazásával összefüggő jogszabályokat.

Az atomenergia alkalmazása hatósági felügyeletének alapvető célkitűzése, hogy az atomenergia békés célú felhasználása semmilyen módon ne okozhasson kárt a személyekben és a környezetben, de a hatóság az indokoltnál nagyobb mértékben ne korlátozza a kockázatokkal járó létesítmények üzemeltetését, illetve tevékenységek folytatását. Az alapvető biztonsági célkitűzés minden létesítményre és tevékenységre, továbbá egy létesítmény vagy sugárforrás élettartamának minden szakaszára érvényes, beleértve létesítmény esetében a tervezést, a telephely-kiválasztást, a gyártást, a létesítést, az üzembe helyezést és az üzemeltetést, valamint a leszerelést, az üzemben kívül helyezést és a bezárást, radioaktív hulladék-tárolók esetén a lezárást követő időszakot, radioaktív anyagok esetén a szóban forgó tevékenységekhez kapcsolódó szállítást és a radioaktív hulladék kezelését.

Az OAH a szabályzati követelmények teljesítésének módját az atomenergia alkalmazóival egyeztetett módon, világos és egyértelmű ajánlásokat tartalmazó útmutatókban fejti ki, azokat az érintettekhez eljuttatja és a társadalom minden tagja számára hozzáférhetővé teszi. Az atomenergia alkalmazásához kapcsolódó nukleáris biztonsági, védettségi és non-proliferációs követelmények teljesítésének módjára vonatkozó útmutatókat az OAH főigazgatója adja ki.

Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja-e! Az érvényes útmutatókat az OAH honlapjáról (www.oah.hu) töltheti le.

ELŐSZÓ

Az atomenergia békés célú, biztonságos alkalmazására vonatkozó legmagasabb szintű szabályozást az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (a továbbiakban: Atv.) tartalmazza.

A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló rendelkezéseket a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Rendelet) és mellékletei, a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (a továbbiakban: NBSZ) határozzák meg.

A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések betartása mindazok számára kötelező, akik az Atv. 9. § (2) bekezdése szerinti folyamatos hatósági felügyelet alatt állnak, valamint e törvényben előírt hatósági engedélyhez kötött tevékenységet folytatnak, ilyen tevékenységben közreműködnek, vagy ilyen tevékenység folytatásához engedély iránti kérelmet nyújtanak be. A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések mellett a követelmények közé tartoznak az egyedi hatósági előírások, feltételek és kötelezettségek, amelyeket az OAH a nukleáris létesítmény nukleáris biztonsága érdekében határozatban állapíthat meg.

Az NBSZ-ben foglalt követelmények teljesítésére az OAH ajánlásokat fogalmazhat meg, amelyeket útmutatók formájában ad ki. Az útmutatókat az OAH a honlapján közzéteszi. Jelen útmutató az engedélyesek önkéntes alávetésével érvényesül, nem tartalmaz általánosan kötelező érvényű normákat.

A Rendelet 3. § (4) bekezdése alapján, ha a kérelmező a nukleáris biztonsággal összefüggő engedély iránti kérelmét az útmutatókban foglaltak szerint terjeszti elő, továbbá ha az engedélyes a nukleáris biztonsággal összefüggő tevékenységét az útmutatókban foglaltak szerint végzi, akkor az OAH a választott módszert a nukleáris biztonság követelményei teljesítésének igazolására alkalmasnak tekinti, és az alkalmazott módszer megfelelőségét nem vizsgálja.

Az útmutatókban foglaltaktól eltérő módszerek alkalmazása esetén az OAH az alkalmazott módszer helyességét, megfelelőségét és teljeskörűségét részleteiben vizsgálja, ami hosszabb ügyintézési idővel, külső szakértő igénybevételével és további költségekkel járhat.

Ha az engedélyes által választott módszer eltér az útmutató által ajánlottól, akkor az eltérés indokolása mellett igazolni kell, hogy a választott módszer legalább ugyanazt a biztonsági szintet biztosítja, mint az útmutatóban ajánlott.

Az útmutatók felülvizsgálata az OAH által meghatározott időszakonként vagy az engedélyesek javaslatára soron kívül történik.

A fenti szabályozást kiegészítik az engedélyesek, illetve más, a nukleáris energia alkalmazásában közreműködő szervezetek (tervezők, gyártók stb.) belső szabályozási dokumentumai, amelyeket az irányítási rendszerükkel összhangban készítenek.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	8
1.1. Az útmutató tárgya és célja	8
1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások	8
2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK	9
2.1. Meghatározások	9
2.2. Rövidítések	11
3. A BIZTONSÁG ELSŐDLEGESSÉGE, A BIZTONSÁG SZINTJÉNEK FENNTARTÁSA, NÖVELÉSE	13
4. AZ ÁTALAKÍTÁSOKHOZ KAPCSOLÓDÓ ÉRTÉKELÉSI FELADATOK	14
4.1. A különböző típusú és kategóriájú átalakítások esetén végrehajtandó biztonsági értékelések	16
5. A BIZTONSÁGI ÉRTÉKELÉSEK TARTALMA	18
5.1. Az előzetes biztonsági értékelés	18
5.2. Átfogó biztonsági értékelés	21
5.3. A kategóriába sorolás felülvizsgálata	27
5.4. Helyszíni szerelést megelőző biztonsági értékelés	28
5.5. Üzembe helyezést megalapozó biztonsági értékelés	29
5.6. Az Átalakítást Értékelő Jelentésbe tartozó biztonsági értékelések	32
5.6.1. Az üzembe helyezés biztonsági értékelése	32
5.6.2. Az üzemeltetés biztonsági értékelése	33
5.6.3. Az új rendszerelemek megfelelőségének értékelése	36
6. AZ ÁTALAKÍTÁSOK ÉRTÉKELÉSÉHEZ ELVÉGZENDŐ BIZTONSÁGI ELEMZÉSEK MÓDSZEREI	37
6.1. Elemző eszközök és számítási módszerek megválasztása	38
6.1.1. Elemzési eszközök	38
6.2. Alkalmazott elemzési módszer	40
6.3. Érzékenységek és bizonytalanságok értékelése	41
6.3.1. Érzékenységi vizsgálatok	41
6.3.2. Bizonytalansági számítások	42
6.4. Biztonsági elemzések dokumentálása	44
6.4.1. Determinisztikus biztonsági elemzések dokumentációja	44
6.4.2. Valószínűségi biztonsági elemzések dokumentációja	45
7. A BIZTONSÁGI ELEMZÉSEK CÉLJA ÉS ALKALMAZÁSA	46
7.1. Általános elemzési szempontok	46

7.2. A determinisztikus és a valószínűségi elemzések alkalmazása	51
7.2.1. Determinisztikus elemzések	51
7.2.1.1. <i>Konzervativizmus</i>	53
7.2.1.2. <i>Realisztikus elemzések</i>	54
7.2.1.3. <i>Az eredmények dokumentálása, értékelése</i>	55
7.2.2. Valószínűségi biztonsági elemzések	57
7.3. Az átalakítás biztonsági hatásának elfogadhatósága	59
7.4. Elfogadási kritériumok	61

1. BEVEZETÉS

1.1. Az útmutató tárgya és célja

Az útmutató a működő atomerőművi blokkok átalakításaival kapcsolatos, az engedélyes által végrehajtandó biztonsági értékelésekre vonatkozó jogszabályi előírások értelmezését és indoklását és az előírások teljesítésével összefüggő ajánlásokat tartalmazza. Az útmutató az átalakítási folyamat különböző fázisaiban a biztonság igazolására vonatkozó alapvető ajánlásokat ismerteti, rendszerezi.

Az Országos Atomenergia Hivatal az útmutatót az átalakításokkal összefüggő előírások egységes értelmezése, ezen keresztül az engedélyes átalakításokkal összefüggő tevékenységének támogatása céljából adja ki.

1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások

A nukleáris biztonsági követelmények jogszabályi háttérét az Atv. és a Rendelet biztosítja.

Az atomerőmű rendszereinek és rendszerlemeinek átalakításával kapcsolatos hatósági eljárásokat az NBSZ 1. kötetének 1.4 fejezete részletezi, az átalakítások során az engedélyes által elvégzendő feladatokat az NBSZ 4. kötetének 4.8 fejezete rögzíti. Az NBSZ 3. kötete az üzemelő atomerőművek tervezésére vonatkozik, a tervezési követelményeket azonban a létesítmény átalakítása során is be kell tartani.

Mivel a biztonsági követelményeket, azok teljesítésének és igazolásának módját az NBSZ 3. kötete részletezi, ezért ez az útmutató elsősorban ehhez az NBSZ kötethez kapcsolódik. Ezeknek megfelelően az útmutató legfontosabb célja e követelmények alkalmazásának módját bemutatni atomerőművi átalakítások esetén.

2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

2.1. Meghatározások

Az útmutató az Atv. 2. §-ában, valamint a Rendelet 10. számú mellékletében ismertetett meghatározásokon kívül az alábbi definíciókat tartalmazza.

Átalakítások típusai:

Az átalakításoknak három típusát különböztetjük meg a következők szerint:

- **műszaki átalakítás:** valamely biztonság szempontjából fontos technológia rendszer, rendszerelem, épületszerkezet módosítása, a korábban engedélyezett tervektől eltérővé alakítása;
- **szervezeti átalakítás:** a biztonság szempontjából fontos szervezetek *szervezeti jellemzőinek* módosítása a korábban jóváhagyotthoz képest;
- **HMD módosítása:** valamely hatóság által jóváhagyott, *hatósági felügyelet szempontjából megkülönböztetett dokumentum* módosítása. Ha a dokumentum módosítása „műszaki átalakítás”, vagy „szervezeti átalakítás” miatt válik szükségessé, akkor azzal együtt kell kezelni.
- **Egyéb:** Olyan esetek amelyek során a fentebb említett típusok egyikét sem lehet alkalmazni (pl.: átalakítási engedély kérelem olyan esetekre ahol a szabályzatokban előírt követelményektől eltérő az üzemeltetés)

Biztonsági elemzés:

Valamilyen (fizikai, matematikai) modell alkalmazásával végzett számítás annak igazolására, hogy bizonyos előre rögzített biztonsági kritériumok teljesülnek. A biztonsági elemzések két fő kategóriája a determinisztikus és a valószínűségi biztonsági elemzések.

Biztonsági értékelés:

Műszakilag megalapozott és dokumentált eljárás, amelynek során valamely tervezett vagy megvalósult tevékenység, esemény tényleges és lehetséges biztonsági hatásait vizsgálják és arra vonatkozóan megállapításokat rögzítenek. Az értékelés megalapozása tartalmazhat egy vagy több biztonsági elemzést.

Hatósági felügyelet szempontjából megkülönböztetett dokumentum (HMD):

Azon dokumentumok köre, melyek módosítására az OAH speciális szabályokat ír elő. Az útmutató kiadásának időpontjában a hatósági felügyelet szempontjából megkülönböztetett dokumentumok a következők:

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- a létesítmény biztonsági jelentése,
- a biztonságos üzemeltetés feltételei és korlátai,
- üzemzavar- és balesetkezelési eljárások,
- nukleárisbaleset-elhárítási intézkedési terv.

Kiviteli terv:

A műszaki átalakítás végrehajtásához szükséges részletességű és mélységű, valamint az üzembe helyezési, üzemeltetési és karbantartási dokumentáció kidolgozásához alapul szolgáló tervdokumentáció.

Műszaki terv:

A műszakiátalakítás részletes leírását adó, a műszaki megoldásokat olyan részletességben és mélységben meghatározó tervdokumentáció, amely elegendő a biztonsági elemzésekhez és értékeléshez, valamint alapul szolgál a kiviteli tervezéshez.

Specifikáció:

Az adott rendszerre, rendszerelemre érvényes követelmények összessége.

Szervezeti jellemzők:

A nukleáris biztonság szempontjából lényeges szervezeti jellemzők köre a következők szerint határozható meg:

- a szervezet felépítése,
- a szervezet működése,
- a szervezet működésének folyamatai,
- a működés szabályozása,
- a folyamatok működtetésének automatizált eszközei,
- a felelőségek,
- a biztonság szempontjából fontos munkakörök és azok ellátása.

Organizációs terv:

A tervezés során az adott feladat megvalósításának körülményeit meghatározó, a különböző tevékenységeket rendszerező, ütemező tervtípus. Az organizációs tervben a tervező megszervezi a feladatok végrehajtását, összehangolja a közreműködő szervezetek munkáját.

Engedélyezési alap:

Az adott nukleáris létesítmény nukleáris biztonsága szempontjából mértékadó hatályos követelményeket tartalmazó, valamint az ezek

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

teljesülését igazoló dokumentumok összessége, különösen az alábbi dokumentumok:

- a hatályos jogszabályok;
- a hatályukat veszített jogszabályok alkalmazott követelményei;
- az OAH által kibocsátott útmutatók;
- a nukleáris biztonsági engedélykérelmek elbírálásakor figyelembe vett szabványok és más referenciadokumentumok;
- az OAH határozatai, állásfoglalásai, továbbá a más hatóságok eljárásaiban eljáró nukleáris biztonsági hatóság szakhatóságként megfogalmazott követelményei, feltételei;
- az engedélyesnek az OAH számára tett kötelezettségvállalásai;
- az engedélyesnek az előbbieken felsoroltak gyakorlati érvényesülését biztosító belső dokumentumai;
- a fenti dokumentumokban meghatározott követelmények, előírások teljesülését és érvényesülését igazoló meghatározott, érvényes dokumentáció így különösen a biztonsági jelentések, az elemzések, a műszaki tervdokumentáció, a bizonylatok;
- a fentiek teljesítése során született, érvényes dokumentáció.

2.2. Rövidítések

ABOS:	Atomerőművi rendszerek és rendszerelemek Biztonsági Osztályba Sorolása
ALARA:	As Low As Reasonably Achievable – legalacsonyabb ésszerűen elérhető érték
ATWS:	Anticipated Transient Without Scram – védelmi működés nélkül lezajló feltételezett üzemzavar
ÁÉJ:	Átalakítást Értékelő Jelentés
ÁF:	Átalakítási Formalap
ÁMD:	Átalakítást Megalapozó Dokumentáció
EU:	Európai Unió
HMD:	Hatósági felügyelet szempontjából megkülönböztetett dokumentum
NAÜ:	Nemzetközi Atomenergia Ügynökség, angolul International Atomic Energy Agency

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

NGB:	Nukleáris gőzfejlesztő berendezés
PSA:	Probabilistic Safety Assessment – Valószínűségi biztonsági elemzés
ÜFK:	Üzemeltetési Feltételek és Korlátok (megfelel a PAE Műszaki Üzemeltetés Szabályzat – MÜSZ elnevezésű dokumentumának)
ÜMMD:	Átalakítást követő Üzemeltetés Megkezdését Megalapozó Dokumentáció
VBj:	Végleges Biztonsági Jelentés

3. A BIZTONSÁG ELSŐDLEGESSÉGE, A BIZTONSÁG SZINTJÉNEK FENNTARTÁSA, NÖVELÉSE

A biztonság elsődlegességét az Atv. 4. és 4/A. §-ai követelik meg. Ezek értelmében (különös tekintettel a 4.§ (3) bekezdésének c) és d) pontjaira, valamint a 4/A.§ e) és f) pontjaira) csak olyan átalakítás fogadható el, amelynek hatására az erőmű biztonsága nem csökken, hiszen, ha az átalakítás előtt az ésszerűen elérhető legmagasabb biztonsági szint fennállt, akkor ebből indirekt módon következik, hogy egy átalakítást követően a biztonság szintje nem lehet alacsonyabb.

Az átalakítások általános követelményeit és belső szabályozását az NBSZ 4. kötetének 4.8.2-es alfejezete tárgyalja. Az NBSZ 3 kötet azokat a tervezési követelményeket rögzíti, amelyeket ki kell elégíteni egy már működő, engedéllyel rendelkező atomerőmű átalakítása, módosítása során. Ezek a követelményeknek folyamatosan teljesülniük kell az erőmű üzemideje során, tehát ha az átalakítást megelőzően teljesültek, akkor az átalakítást úgy kell megtervezni, hogy a tervek biztosítsák a követelmények legalább olyan szintű teljesülését, ahogy az fennállt az átalakítást megelőzően. Ha az átalakítás célja épp az, hogy valamely korábban még nem teljesített követelmény teljesítése (az erőmű átmeneti felmentéssel rendelkezett a teljesítés alól), akkor az átalakítás megfelelő megvalósítása nyilván emeli a biztonság szintjét. Ugyanakkor, arról sem szabad megfeledkezni, hogy ilyen célú átalakítás is – hibás tervezés vagy megvalósítás esetén – lényegesen csökkentheti a biztonsági szintet.

Az átalakításokat a céljuk, indokuk alapján a következő csoportokba oszthatjuk:

- Biztonságnövelő átalakítás – az érvényes jogszabályokban megkövetelt, de korábban nem teljesített kritérium teljesítése. Ide tartozhat még olyan átalakítás, amelyet közvetlenül jogszabályi követelmény nem indokol, de a nemzetközi elvárások igen.
- Az erőmű gazdasági érdekei által indokolt átalakítás – feltétele, hogy az átalakítás nem eredményezheti a biztonsági szint csökkenését.
- Elöregedett vagy meghibásodott rendszer, rendszerelem cseréje, feltéve, hogy az eredetivel azonos berendezés már nem áll rendelkezésre, vagy nem lenne gazdaságos annak helyreállítása, beszerzése – szintén feltétel a biztonsági szint megőrzése vagy emelése.

Átalakításra vonatkozó követelménynek kell tekinteni az 4.4.0.0800. pontjában írott általános követelményt is, miszerint „Az üzemeltetési folyamatok megfelelő szabályozásával el kell érni, hogy a biztonsággal

összefüggő döntéseket elegendő és megbízható információ alapján időben hozzák meg. A döntéshozatal során figyelembe kell venni a kockázati szempontokat. A nukleáris biztonsággal összefüggő döntéseket megfelelő elemzésnek és független biztonsági felülvizsgálatnak kell megelőznie.”, hiszen egy biztonságot érintő döntéshozatal vagy műszaki, vagy HMD, vagy szervezeti átalakítást jelent. A lényeg itt abban van, hogy mielőtt a döntéshozatal megszületik, el kell végezni és független felülvizsgálat alá is kell vetni a döntésben szerepet játszó átalakítások biztonsági hatását és felülvizsgálat alá is kell vetni a döntésben szerepet játszó átalakítások biztonsági hatásának értékelését.

Az NBSZ 4.8.2.0100-as pontja is a fenti szabályozási követelménnyel függ össze: *„az engedélyesnek változáskezelési politikával kell rendelkeznie, amely biztosítja a nukleáris biztonság elsődlegességét, és összhangban van az engedélyes hosszú távú stratégiájával és céljaival”*. A követelmény teljesítésének érdekében az átalakítások biztonsági kockázatát minimalizálni kell, az átalakítások megfelelőségének vizsgálatával és bizonyításával, a különböző tevékenységek előzetes vizsgálatával és a megfelelőség utólagos bizonyításával. A 4.8.2.0400. egyértelműen kimondja, hogy *„Az átalakítás nem csökkentheti a nukleáris biztonságot”*. Továbbá az NBSZ 4.8.2.1100-as pontja alapján, az átalakítások biztonságra gyakorolt hatásait rendszeresen értékelni kell, és amennyiben a biztonsági mutatókban az átalakítás hatására nem jelentkezett javulás, akkor ennek kivizsgálása mellett az engedélyesnek meg kell fogalmaznia a jövőbeli teendőket a biztonság szinten tartása és növelése érdekében.

4. AZ ÁTALAKÍTÁSOKHOZ KAPCSOLÓDÓ ÉRTÉKELÉSI FELADATOK

Az átalakítások szervezési és engedélyezési folyamatát az NBSZ 1. kötetének 1.4 fejezetében, valamint a 4. kötet 4.8.2 és 4.8.3 alfejezeteiben leírtakkal összhangban az engedélyes tevékenységét és a dokumentációs kötelezettségeket az 1.5 sz. OAH útmutató tartalmazza. E tevékenységen belül, az átalakítási folyamat különböző fázisaiban biztonsági értékeléseket kell végezni. Jelen útmutató ezeknek az értékeléseknek a célját és elvárt tartalmát, valamint az alkalmazandó módszereket írja le, a különböző típusú és kategóriájú átalakításoknak megfelelően

Az **első értékelési feladat** az ún. *előzetes biztonsági értékelés* (NBSZ 1.4.1.0200, 4.8.3.0.300 és 4.8.2.0800), amelynek az a célja, hogy megalapozza az átalakítás kategóriába sorolását. Az értékelés alapján megválaszolandó kérdéseket az NBSZ 4.8.3.0800-as pontja határozza meg. Az előzetes biztonsági értékelés és a kategorizálás eredményeit az Átalakítási Formalapon kell dokumentálni.

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

A **második értékelési feladat** – az *átfogó biztonsági értékelés* (4.8.3.0600) – jellege, terjedelme jelentősen függ az átalakítás kategóriájától, az 1. kategóriában tipikusan részletes biztonsági elemzéseket igényel, a 2. kategóriában részletes elemzésre ritkábban van szükség, mérnöki megfontolások és a minőségbiztosítási kritériumok vizsgálata általában elegendőek az értékeléshez. Az átfogó biztonsági értékelés eredményeit az Átalakítást Megalapozó Dokumentációban (ÁMD) kell lerögzíteni.

A **harmadik értékelési feladat** az átalakítás végrehajtása után merül fel, amikor 4.8.3.1500. - 1800. NBSZ pontoknak megfelelően össze kell állítani az Átalakítást Követő Üzemeltetés Megkezdését Megalapozó Dokumentációt (ÜMMD). Ennek előkészítése során részletes elemzést csak akkor kell készíteni, ha az átalakítás megvalósítása során az eredeti tervektől olyan eltérés történt, amely bizonyos elemzések megismétlését teszi szükségessé. Az ÜMMD-t az üzembe helyezési program eredményei teszik teljessé.

A **negyedik értékelési fázis** az *üzemeltetés tapasztalatainak értékelése*, ennek eredményei belekerülnek az Átalakítást Értékelő Jelentésbe a 4.8.4.0100-nak megfelelően.

Bizonyos műszaki átalakítások szükségszerű módosításokat igényelnek egyes HMD-kben. Ilyen esetben a HMD módosítását együtt kell kezelni a műszaki átalakítással, hiszen az átalakított műszaki berendezések csak az érintett HMD-k módosításával együtt vehetők üzembe, és a HMD-k módosításának is csak a módosított rendszerrel, rendszerelemmel együtt van értelme. Ilyen esetben, természetesen, a megfelelő biztonsági értékeléseket is együtt kell elvégezni.

A biztonság szempontjából jelentős szervezeti átalakítások esetében a tervezett átalakítás megfelelőségét átfogó biztonsági értékeléssel kell igazolni a szervezeti átalakítás bevezetésének előfeltételeként. Az értékelés során figyelembe kell venni az esetleges átmeneti időszak jellegzetességeit, valamint az átalakítás hatását a biztonsági kultúrára és az emberi tényezőkre.

A biztonság szempontjából jelentős, *önálló* HMD módosítás esetén a tervezett átalakítás megfelelőségét átfogó biztonsági értékeléssel kell igazolni, figyelembe véve a HMD módosított változatát, a HMD módosítás bevezetéséhez rendelt követelményeket és feltételeket. Amennyiben a HMD módosítása érint bizonyos biztonsági elemzéseket (pl. a PSA-ban figyelembe vett karbantartási, tesztelési periódusok, vagy determinisztikus elemzésben figyelembe vett operátori beavatkozás), akkor a biztonsági értékelést a megfelelően módosított biztonsági elemzéssel kell megalapozni.

Mind szervezeti átalakítás esetén, mind HMD önálló módosítása esetén (amennyiben azok 1. vagy 2. kategóriába esnek) az atomerőmű biztonságos üzemeltethetőségét módosított szervezeti jellemzőkkel, ill. a módosított HMD-vel az alkalmazás tapasztalatait értékelni kell a 4.8.4.0100-nak megfelelően. Az értékelés eredményeitől függően meg kell tervezni és bevezetni a szükséges korrekciókat (szükség esetén egy újabb engedélyezési eljárás keretein belül).

Az előzőekben szereplő értékelési feladatok elvégzése az átalakításokra vonatkozó követelmények, ill. hatósági ajánlások teljesítésének szisztematikus vizsgálatát és ennek részeként – az átalakítás biztonsági jelentőségével összhangban – biztonsági elemzések elkészítését, meglévő elemzések felülvizsgálatát igényelheti.

Az átalakítási folyamat különböző fázisaiban végzendő nukleáris biztonsági értékelések tartalmi kérdéseit az útmutató 5. fejezete tartalmazza, a biztonsági elemzések módszertanát a 6. fejezet tárgyalja. Az NBSZ 3. kötetben szereplő tervezési követelmények teljesítésének vizsgálatával összefüggő elemzési megfontolásokat a 7. fejezet ismerteti.

4.1. A különböző típusú és kategóriájú átalakítások esetén végrehajtandó biztonsági értékelések

Az átalakítások különböző típusainak és lehetséges biztonsági jelentőségének figyelembevételével az értékelési feladatok körét az 4.1. táblázat mutatja be. Az utolsó oszlop az értékelési feladatok és az életciklus kapcsolatát adja meg.

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben**1. táblázat:** Elemzési és értékelési feladatok az átalakítás típusának és kategóriájának függvényében

Értékelési feladatok	Műszaki átalakítás		Szervezeti átalakítás		HMD módosítás		Életciklus fázis
	1 & 2	3	1 & 2	3	1 & 2	3	
Előzetes biztonsági értékelés	X	X	X	X	X	X	Tervezés
Előzetes kategóriába sorolás	X	X	-	-	-	-	
Kategóriába sorolás	-	-	X	X	X	X	
Átfogó biztonsági értékelés	X	-	X	-	X	-	
Kategóriába sorolás felülvizsgálata	X	X	-	-	-	-	
Helyszíni szerelést megelőző biztonsági értékelés	X	X*	-	-	-	-	
Üzembe helyezést megalapozó biztonsági értékelés	X	X*	-	-	-	-	Megvalósítás
Az üzembe helyezés biztonsági értékelése	X	X	-	-	-	-	
Üzemeltetés biztonsági értékelése	X	X*	X	X*	X	X*	Üzemeltetés

(*) Az ideiglenes átalakításokra vonatkozó NBSZ 4.8.5-ös alcím alatti pontok szerint a 3. kategóriába sorolt műszaki átalakítások esetében a helyszíni szereléshez és üzembe helyezéshez kapcsolódó biztonsági értékelések végrehajtása nem kötelező, a vizsgálatok elvégzése azonban javasolt.

A szervezeti és a HMD átalakítások esetében nincs felülvizsgálati fázisa a kategóriába sorolásnak, ezért nem minősül „előzetes”-nek az első kategóriába sorolási lépés.

5. A BIZTONSÁGI ÉRTÉKELÉSEK TARTALMA

Az egyes biztonsági értékelési lépések tartalmát azok célja határozza meg. A célokat az NBSZ 1. és 4. kötetének megfelelő paragrafusából kell származtatni.

5.1. Az előzetes biztonsági értékelés

Az előzetes biztonsági értékelés célja az átalakítás kategóriájának megállapítása. Ezt a kötelezettséget az NBSZ 4.8.2.0300.-as pontja rögzíti:

4.8.3.0300. „Az átalakítás céljának, terjedelmének és az átalakításra vonatkozó követelményeknek az ismeretében az engedélyes - megvizsgálva az átalakítás biztonsági következményeit - előzetes biztonsági értékelést készít, majd annak alapján végrehajtja a kategóriába sorolást.”

Tehát, meg kell vizsgálni az átalakítás biztonsági következményeit és ennek alapján kell elkészíteni az „előzetes biztonsági értékelést”, amely meghatározza az átalakítás biztonsági következményeit. Ennek alapján az átalakítási kategóriákat az NBSZ 4.8.2.0800-as pontja határozza meg, amelynek alapján egyértelmű, hogy a vizsgálat során milyen kérdésekre kell választ találni:

„a) 1. kategóriába kell sorolni azokat az átalakításokat, amelyek a következő sajátosságok közül legalább az egyikkel jellemezhetőek:

aa) az átalakítás jelentős hatással van az atomerőmű területén tartózkodó személyzet és a lakosság sugárzási kockázatára,

ab) az átalakítás megváltoztatja azon elveket, következtetéseket, amelyeken a nukleáris létesítmény tervezése és engedélyezése alapul,

ac) az átalakítás megváltoztatja a TA3-4 üzemállapotokra vezető események körét és azok lefolyásának módját,

ad) az átalakítás módosít olyan műszaki megoldásokat, amelyek szükségesek az Nukleáris Biztonsági Szabályzatok által meghatározott biztonsági célok teljesüléséhez,

ae) az átalakítás a nukleáris létesítmény üzemeltetését alapvetően meghatározó üzemeltetési előírások változásához vezethet.

b) 2. kategóriába kell sorolni az 1. és 3. kategóriába nem sorolható átalakításokat.

c) 3. kategóriába sorolhatók azok az átalakítások, amelyek a következő három sajátosság közül legalább eggyel jellemezhetőek:

ca) az átalakításnak nem lehet biztonsági következménye,

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

cb) az átalakítás terjedelmébe tartozó rendszerelemek nem tartoznak a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerelemek közé, és egyedi hatósági engedélyek nem tartalmazznak rájuk vonatkozó követelményeket,

cc) az átalakítás tervezési és kivitelezési hiba esetén sem jár az üzemanyag-olvasás gyakoriságának, sem a személyzet és a lakosság sugárterhelésének jelentős növekedésével.”

E kritériumok értelmezéséhez az alábbiakat kell figyelembe venni:

Az *a)* pont alatti kritériumok bármelyikének teljesülése az 1. kategóriába való besorolást írja elő. Így az *aa)* pont szerint, ha az átalakítás olyan, hogy jelentősen csökkenti akár a személyzet, akár a lakosság sugárzási kockázatát, akkor a feltétel teljesül. Ennek a feltételnek az a jelentősége, hogy ilyen esetben megfelelő módon bizonyítani szükséges, hogy a szándékozott kockázatcsökkenés valóban megvalósul. Természetesen, azt is bizonyítani kell (az átfogó biztonsági értékelés keretein belül), hogy a szándékolt kockázatcsökkentés mellékhatásaként nem jelentkezik-e más helyzetben esetleg jelentős kockázatnövekedés. Összességében jelentős kockázatnövekedésről eleve nem lehet szó, mert ilyen átalakítás az Atv. és a korábban idézett NBSZ pontok alapján nem engedélyezhető.

Ehhez világosan kell érteni, hogy az engedélyezési alap szűkebb, mint a tervezési alap, hiszen az előbbi minden feltételt tartalmaz, amit a tervezők figyelembe vettek, míg az engedélyezési alap csak azokat a feltételeket, amelyeket valamely jogszabály vagy hatósági előírás tartalmaz. Ugyanakkor lényeges kitétel a feltételben, hogy csak a létesítményre, mint egészre vonatkozó tervezési és engedélyezési alap játszik szerepet. Ebből az is következik, hogy az ilyen kritérium szerinti átalakítás esetén a létesítmény üzemeltetési engedélyét módosítani szükséges. Megfordítva: azok a feltételek tartoznak ide, amelyek explicit módon, vagy jogszabályra (ill. más dokumentumra) hivatkozva implicit módon részét képezik az üzemeltetési engedélynek.

Az *ac)* pont esetében egyértelmű, hogy a kritérium célja az, hogy 1. kategóriás átalakításként kelljen kezelni azokat az eseteket, amikor eddig figyelembe nem vett kezdeti eseményeket is tárgyalni kell a tervezési üzemzavarok között, illetve ha valamely korábban figyelembe vett tervezési üzemzavar az átalakítás miatt lényegesen más módon zajlik le. Ide tartoznak azok az esetek is, amikor az átalakítás célja szerint valamely korábban is figyelembe vett tervezési üzemzavar lényegesen kedvezőbb kimenetelűvé válik, hiszen ezt megfelelő részletességgel bizonyítani kell.

Az *ad)* ponthoz azt kell egyértelműsíteni, hogy az NBSZ 3. kötete egyrészt az „alapvető biztonsági célok”-ról, másrészt a „valószínűségi biztonsági célok”-

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

ról ír. A „Alapvető biztonsági célok”-at a Rendelet 6. §-a írja le. Ehhez kapcsolódnak az „Alapvető biztonsági funkciók”, amelyeket az NBSZ 10. kötete definiál. Az *ad)* pontban lényeges az a kitétel, hogy a biztonsági célok megvalósításához szükséges műszaki megoldások átalakítása indokolja az 1. kategóriába való besorolást. Mindezek alapján egyértelmű, hogy ez a kritérium nem választható el az *ab)* és az *ac)* kritériumoktól.

Az *ae)* kritérium arra utal, hogy az átalakítás vagy közvetlenül az ÜFK módosítására irányul (HMD módosítás), vagy olyan műszaki, ill. szervezeti átalakítás, amely az ÜFK módosítását vonja maga után.

Tehát, ha egy átalakítást nem az 1. kategóriába sorol az engedélyes, akkor az előzetes biztonsági értékelés során bizonyítania kell, hogy az *aa)*-*ae)* kritériumok egyike sem teljesül.

Mivel a 2. átalakítási kategória a „maradék elv” alapján van meghatározva, így akkor minősül 2. kategóriásnak az átalakítás, ha sem az 1. sem a 3. kategória feltételei nem állnak fenn.

Ugyan a 3. kategóriába sorolás feltételét az NBSZ úgy határozza meg, hogy ha legalább az egyik részfeltétel teljesül, akkor az átalakítás 3. kategóriásnak minősülhet, de ezek a részfeltételek lényegében mindig kombináltan jelentkeznek. Pl. a *ca)* szerint „*az átalakításnak nem lehet biztonsági következménye*”, de a *cc)* ennek nyilván részhalmaza. A *cb)* kissé más oldalról fogja meg a dolgot, de a lényege folytán az ide tartozó átalakítások az *ca)*-nak is megfelelnek. A „*biztonság szempontjából fontos*” rendszerek, rendszerelemek fogalmát az NBSZ 10. kötete definiálja. A *cc)* feltétel ugyan jogos, de bizonyítása eléggé nehézkes, néha reménytelen, hiszen ha a tervezés fázisában már tudják, hogy milyen tervezési vagy kivitelezési hiba veszélyezteti a biztonságot, akkor azt a hibát bizonyára nem valósítják meg, illetve a tervezés megfelelő módosításával kiküszöbölik.

Az előzetes biztonsági értékelést megalapozó vizsgálatok célját és tartalmát az 1.5 sz. OAH útmutató 3.3.1. fejezete részletezi, 20 pontban listázva. A szükséges vizsgálatok tényleges körét az átalakítás típusa és az átalakítási kategória megállapításához, azaz a fenti kérdések eldöntéséhez szükséges információigény határozza meg.

Az előzetes biztonsági értékelés alapvető módszerét a mérnöki megfontolások adják. Például, ha az átalakítás következtében változik valamely olyan feltétel vagy adat, amelyet egy vagy több biztonsági elemzés használ, akkor az *ab)* vagy az *ac)* feltétel teljesülhet, tehát az átalakítás 1. kategóriába sorolható. Ugyanakkor lehetséges, hogy a módosított adatokkal, feltételekkel elvégzett elemzés olyan eredményt mutat, amely szerint az *aa)*-*ae)* feltételek egyike sem teljesül, tehát mégis elég 2.

kategóriába sorolni az átalakítást. Emiatt bizonyos esetekben célszerű az előzetes biztonsági értékeléshez az érintett biztonsági elemzéseket megismételni, mert ha az elemzés eredménye lényegében nem változik, akkor nem szükséges az 1. kategóriát alkalmazni. Ugyanakkor, az átalakítás részletes terveinek hiányában még nem lehet véglegesnek tekinteni az így elvégzett elemzéseket. Ez indokolja, hogy – műszaki átalakítások esetében – a részletes tervek birtokában az átalakítási kategória meghatározását felül kell vizsgálni.

A 3. kategória kiválasztásánál már ritkán merül fel részletes elemzések végzésének szükségessége, de előfordulhat, hogy csak részletes modellszámítással lehet bizonyítani, hogy az átalakítás *„tervezési és kivitelezési hiba esetén sem jár”* lényeges biztonsági következménnyel. Többnyire, a 3. kategória kritériumai egyszerű és egyértelmű érvek alapján beláthatók.

A szervezeti átalakítások esetében a legfontosabb az *ab)* és az *ae)* kritériumok vizsgálata, de felmerülhet még az *ac)* kritérium is, azáltal, hogy a szervezeti kérdések hatással lehetnek egy üzemavar/baleset lefolyási módjára. Egyes esetekben a szervezeti változtatások közvetlen hatással lehetnek a *„személyzet ... sugárzási kockázatára”*, tehát az *aa)* kritérium vizsgálatára is szükség lehet. A 3. kategória kritériumai közül a *ca)* alkalmazásával lehet próbálkozni, de egy szervezeti módosítás esetén ezt ritkán lehet egyértelműen bizonyítani. Így a biztonság szempontjából fontos szervezeti struktúrák módosítása tipikusan 1. vagy 2. kategóriába esik.

A HMD módosítás előzetes biztonsági értékelése esetén a szintén a szervezeti átalakításoknál említett kritériumok vizsgálata lehet fontos, azzal, hogy egyes HMD-k módosítása az *ac)* kritériumon belül akár a *„TA üzemi állapotokra vezető események körét”* is megváltoztathatja.

5.2. Átfogó biztonsági értékelés

Az 1. vagy 2. kategóriába sorolt átalakítások esetében az átalakítási engedély megszerzéséhez a tervezett átalakítás megfelelőségét, az NBSZ 1.4.1.0600., valamint a 4.8.3.0600 pontjai alapján, *átfogó biztonsági értékelés* keretében vizsgálni kell, majd a vizsgálat eredményeit meg kell jeleníteni az Átalakítást Megalapozó Dokumentációban (ÁMD). A vizsgálat célja a biztonsági hatások vizsgálata és tervezés megfelelőségének igazolása, ezáltal a hatósági engedély iránti kérelem megalapozása.

Az ÁMD tartalmi követelményeit az 1.5. sz. útmutató 4.2.1. fejezete írja le 20 pontos listában. Ezek közül az *átfogó biztonsági értékeléssel* a 17. pont, továbbá az elemzési eszközökkel és modellekkel a 18. pont. Ez utóbbi

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

kérdéskör részleteit, tehát a műszaki átalakítások előkészítése során szükséges átfogó biztonsági elemzések módszereire, eszközeire vonatkozó követelményeket és ajánlásokat az útmutató 7. fejezete tárgyalja.

Az átfogó biztonsági értékelést akkor lehet végrehajtani, amikor már az átalakítás részletes műszaki tervezése lezárult, így az átalakítás minden eleme és technológiai folyamata ismert. Ez előfeltétele annak, hogy a szükséges elemzéseket a megfelelő részletességgel és a megvalósítandó új rendszer korrekt modellezésével lehessen lefolytatni. Mivel a részletes tervezés során az előzetes biztonsági értékeléshez képest még lényeges változások, módosítások történhetnek, ezért az előzetes elemzések és értékelések nem szükségképpen maradnak érvényben. Bonyolult esetben, a műszaki tervezés folyamán az elemzések többszörös iterációja is szükséges lehet annak érdekében, hogy a tervező meghatározza a biztonság és más szempontok szerint az optimális megoldást. A hatósági engedélyezés szempontjából azonban csak a végleges megoldásnak van jelentősége, így az ÁMD-ben csak az annak megfelelő terveket és elemzéseket kell bemutatni.

Az ÁMD készítését előíró NBSZ pontot idézzük és annak lényeges mondatait egyenként értelmezzük és részletezzük:

4.8.3.0600. „Az összes 1. és 2. kategóriába besorolt átalakításnál az Átalakítást Megalapozó Dokumentáció megalapozásához az átalakítás jellegéhez igazodó, differenciált tartalmú, átfogó biztonsági értékelést is el kell készíteni. Valamennyi esetben az Átalakítást Megalapozó Dokumentáció elkészítésénél figyelembe kell venni az átalakításnak az összes olyan biztonsági hatását, amelyek az átalakítás végrehajtása során, valamint azt követően jelentkeznek. Az Átalakítást Megalapozó Dokumentációnak igazolnia kell, hogy az átalakítás koncepciója megfelel a jogszabályokban foglalt követelményeknek, továbbá a nukleáris létesítmény belső szabályozásainak maradéktalan betartása esetén az átalakítás végrehajtása és az átalakított rendszer, rendszerelem, szervezet működése, és a megváltoztatott dokumentum, irányítási rendszer alkalmazása biztonságos. Az Átalakítást Megalapozó Dokumentáció felépítésére és tartalmára vonatkozó ajánlásokat útmutató tartalmazza.”

Tehát az ÁMD készítése 1. és 2. kategóriájú átalakítás esetén kötelező, de az 1.5. sz. útmutató 3.9.2-es pontja szerint a 3. kategóriájú átalakítások esetén az ÁMD elkészítése „az átalakítás nagyságrendjétől függően ajánlott” (A „nagyságrend” alatt a biztonsági jelentőség értendő!). A szabályzati pont egyértelműsíti, hogy az 1. és 2. kategóriákban is az átfogó biztonsági értékelés az átalakítás jellegéhez igazodó, differenciált tartalmú lehet. A differenciálás szempontjait az alábbiakban részletezzük.

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

Lényeges kiemelni, hogy *„figyelembe kell venni az átalakításnak az összes olyan biztonsági hatását, amelyek az átalakítás végrehajtása során, valamint azt követően jelentkeznek”*. Tehát, vagy be kell mutatni, hogy kizárható bármilyen biztonsági kockázat az átalakítás megvalósítása során, vagy pedig elemezni kell a biztonsági hatásokat és be kell mutatni, hogy a felmerülő kockázatok elviselhetőek. Az átalakított rendszer esetében pedig vagy azt kell bemutatni, hogy a VBJ-ben már szereplő és a hatóság által elfogadott biztonsági elemzések lefedik (majorálják) a módosított rendszerekkel működő blokk tervezési alapjába eső folyamatok következményeit, vagy pedig új elemzésekkel kell bemutatni, hogy az átalakított rendszer legalább olyan biztonsági szintet képvisel, mint az eredeti. Lényeges kiemelni az *„összes biztonsági hatását”* szókapcsolatot, amely arra utal, hogy nem csak azokat a biztonsági hatásokat kell vizsgálni, amelyek befolyásolását, javítását célozza az átalakítás, hanem azokat is, amelyek más folyamatok során, mint potenciális „mellékhatás” jelentkeznek.

Műszaki átalakítások szempontjából a következő mondatban az áll, hogy az ÁMD-nek *„igazolnia kell, hogy az átalakítás koncepciója megfelel a jogszabályokban foglalt követelményeknek, továbbá a nukleáris létesítmény belső szabályozásainak maradéktalan betartása esetén az átalakítás végrehajtása és az átalakított rendszer, rendszerelem (...) alkalmazása biztonságos”*. Alapvetően ez a mondat írja elő, hogy az NBSZ 3. köteté követelményeinek teljesülnie kell a megtervezett átalakításra. Tehát, ez a mondat előírja mindazon szükséges elemzés és értékelés elvégzését, amelyek igazolják az átalakított rendszer biztonságát. Sok esetben könnyen belátható, hogy az átalakítás nem módosít semmit, ami a korábban elvégzett elemzések paramétereiben, szerkezetében módosítást igényelne, így új, vagy megismételt elemzésre nincs szükség. Ha nem ilyen a helyzet – ez áll elő olyan 1. kategóriás átalakításoknál, ahol fennáll az *aa)-ad)* kritériumok valamelyike – akkor egy vagy több biztonsági elemzést a módosított rendszernek megfelelő konfigurációra meg kell ismételni. Ilyen esetben lényeges, hogy vagy a hatályos VBJ-ben szereplő elemzéssel teljesen azonos modellt, eszközt kell alkalmazni, vagy pedig egy új modellel, eszközzel el kell végezni a kiinduló konfigurációra is az elemzést, majd az átalakított konfigurációra is, annak érdekében, hogy az átalakítás hatása értékelhető legyen. Olyan eset is elképzelhető, amikor az átalakítást követően olyan kezdeti esemény elemzése is szükségessé válik, amelyet korábban nem elemeztek. Ilyen esetben azt kell belátni, hogy az újonnan figyelembe vett kezdeti esemény lényegében nem növeli az erőmű teljes kockázatát, illetve az új esemény fellépése mellett egy vagy több más esemény következménye viszont lényegesen enyhül, tehát az erőmű

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

biztonsága növekszik.

Műszaki átalakítás esetén az átfogó biztonsági értékelésnek a biztonsági elemzések módszereinek és eredményeinek leírásán túl, tartalmaznia kell még az alábbiakat:

- 1) az előzetes biztonsági értékelés érvényességének felülvizsgálata a részletes tervek és elemzési eredmények tükrében;
- 2) az új vagy átalakított rendszerelemek biztonsági és szeizmikus osztályba sorolásának felülvizsgálata és a besorolás megfelelőségének értékelése;
- 3) az átalakított rendszerre vonatkozó követelmények teljessége és azok teljesülésének bizonyítottága az NGB összes üzemmódjára és üzemállapotára (beleértve a biztonsági és szeizmikus osztályba sorolásból eredő követelményeket) a következő vizsgálatok elvégzésével:
 - a releváns biztonsági követelmények és előírások teljesülése az összes blokki üzemállapokra vonatkozóan,
 - az átalakítás végrehajtásának hatása a biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek jellemzőire, az üzembe helyezés és átalakítást követő üzemeltetés során a személyzetet és a lakosságot érő sugárterhelésben az ALARA elv megvalósulása,
 - az átalakítás hatása a tervezési üzemzavarok lefolyására,
 - az átalakítás hatása a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó folyamatokra,
 - az átalakított rendszer lehetséges meghibásodási módjai,
 - a külső hatások, illetve a minősítést igénylő környezeti körülmények megfelelő figyelembevétele,
 - a korábban végrehajtott más átalakításokkal való összhang,
 - az átalakítás hibás megvalósításának, szerelésének lehetséges következményei,
 - az átalakítás végrehajtásának hatása az üzemeltetés során keletkező radioaktív hulladékok mennyiségére;
- 4) az átalakítás következtében módosítani, ill. kidolgozni szükséges üzemviteli és üzemzavar-elhárítási utasítások, balesetkezelési útmutatók körének megfelelősége, a módosítani szükséges szakaszok kijelölése, a szükséges módosítások előkészítése;
- 5) az átalakításhoz kapcsolódó esetleges ÜFK módosítások előkészítése, a

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

módosítások kidolgozásának tervezete;

- 6) az átalakított rendszer hibamódjainak és hibatűró tulajdonságainak meghatározása, azok konzisztenciája a biztonsági elemzésekkel, az üzemzavar-elhárítási utasításokkal, az ÜFK-val és más dokumentumokkal;
- 7) a gyártás és szerelés műszaki tervei, az átalakítás végrehajtásához rendelt feltételek alapján az átalakítás és a tervezési alap összhangja, az átalakítás műszaki és szakmai megfelelése;
- 8) a szükség szerinti képzési program tervezetének értékelése.

Amennyiben a műszaki átalakításban *kereskedelmi termékek* is szerepet játszanak, a következők vizsgálatát is kell elvégezni:

- 9) az átalakításhoz kiválasztott új kereskedelmi termékek dokumentumai és a gyártó minősítése alapján az új rendszerelemek specifikációjában előírt követelmények teljesülése, és az új rendszerelemek megfelelésére vonatkozó előírások teljesülése;
- 10) szükség szerint az új beszerzésű kereskedelmi termékek megfelelésének igazolásához kapcsolódó kiegészítő típusvizsgálatok programjának megfelelése a vizsgálatok terjedelme, a vizsgálati eljárások, elfogadási kritériumok szempontjából;
- 11) az új kereskedelmi termékek üzemeltetésére, karbantartására, szükség szerint beállítására és beállításának módosítására vonatkozó gyártóművi előírások rendelkezésre állása, a gyártóművi előírások figyelembevételére vonatkozó tervek kidolgozása, azok megfelelése;
- 12) a beépítésre kerülő kereskedelmi termékek beszerzésének dokumentációja.

Szervezeti átalakítások esetén az átfogó biztonsági értékelés a következők vizsgálatára terjedjen ki:

- 1) az előzetes biztonsági értékelés érvényessége;
- 2) a szervezeti jellemző tervezett módosításának megfelelése;
- 3) a módosítást követően a szervezet működésének megfelelése;
- 4) az aktualizálási kötelezettség teljesítését biztosító dokumentumok (tervezetek) rendelkezésre állása és azok megfelelése;
- 5) a követelmények teljesülésének bizonyítására meghatározott ütemezés figyelembevételével az átalakításra vonatkozó követelmények teljesülése, bizonyítottsága az NGB összes üzemmódjára és üzemállapotára;

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- 6) a követelmények teljesülésének bizonyítására vonatkozó további vizsgálatok köre, azok ütemezése;
- 7) szükség szerint a képzési program tervezete;
- 8) a módosított szervezeti jellemzővel való üzemelés megkezdéséhez (bevezetés) rendelt feltételek és körülmények meghatározása és azok megfelelése.

Szervezeti átalakítások esetében a vizsgálat eredményei alapján igazolni kell a szervezeti jellemző tervezett átalakításának megfelelést, az aktualizálási kötelezettségek végrehajtásának megfelelő előkészítést, az átalakításra vonatkozó - az életciklus adott szakaszában teljesíthető - követelmények teljesülését. Igazolni kell a módosítás bevezetéséhez rendelt feltételek megfelelést és azok teljesülését, valamint a bevezetést követően a létesítmény üzemeltetésének a biztonságát.

HMD módosítás esetén az átfogó biztonsági értékelés során meg kell állapítani, hogy a módosítás igényli-e a VBJ-ben található valamely biztonsági elemzés módosítását, esetleg új elemzés elvégzését. Amennyiben ez szükséges, akkor az elemzéseket el kell végezni és azok módszereit és eredményeit az ÁMD-ben értékelni és dokumentálni kell. Ezen kívül az átfogó biztonsági értékelés keretében a következők vizsgálatát kell elvégezni:

- 1) a módosított HMD (tervezet) megfelelése;
- 2) A HMD tervezet ÜFK naprakészen tartásához, az NBSZ 4.2.0.0300. követelményei szerinti aktualizáltságot igazoló dokumentumok rendelkezésre állása;
- 3) az átalakításra vonatkozó követelmények teljesülése, bizonyítotttsága az NGB összes üzemmódjára és üzemállapotára;
- 4) az előzetes biztonsági értékelés érvényessége;
- 5) szükség szerint a képzési program előkészítése;
- 6) a módosított HMD gyakorlati alkalmazásának megkezdéséhez rendelt feltételek és körülmények meghatározása és azok megfelelése,
- 7) szükség szerint a módosított dokumentumok alkalmazásának bevezetéséhez rendelt kiegészítő vizsgálatok programjának megfelelése a vizsgálatok terjedelme, a vizsgálati eljárások és elfogadási kritériumok szempontjából.

HMD módosítása esetén a vizsgálat eredményei alapján igazolni kell a módosítás és a módosítással összefüggő aktualizálási kötelezettségek

végrehajtásának megfelelő előkészítést, az átalakításra vonatkozó követelmények teljesülését. Igazolni kell a HMD módosítás bevezetéséhez rendelt feltételek teljesülését, valamint a módosított dokumentumok bevezetését követően a létesítmény üzemeltetésének a biztonságát. Be kell mutatni, hogy a HMD módosítás bevezetését követően a blokk üzemeltetésének a biztonsága a tervezett kiegészítő vizsgálatok végrehajtásával egyértelműen és hiánytalanul igazolható.

5.3. A kategóriába sorolás felülvizsgálata

Az NBSZ 4.8.3.1000 pontja szerint: *„műszaki átalakítás kiviteli tervezésének befejezését követően az engedélyes az átalakítás előzetes kategorizálását dokumentáltan felülvizsgálja”* (Lásd még az NBSZ 1.4.1.0900 pontját!). Az átalakítási folyamaton belül ez azt jelenti, hogy a felülvizsgálatot az átfogó biztonsági értékelés közben vagy azt követően kell elvégezni. Érdemi felülvizsgálatra akkor van szükség, ha a részletes tervezés során kiderül, hogy valamely fontos elemét az átalakításnak nem érdemes, vagy nem szükséges megvalósítani, illetve, ha szükségessé válik a technológia vagy a dokumentumok olyan részének a módosítása is, amely nem volt része az átalakításnak a korábbi fázisokban.

Az engedélyesnek az átalakítási folyamat bármely fázisában joga van pótlólagos, kiegészítő vagy módosító beadvánnyal élni, attól függetlenül, hogy az adott fázisban nem kötelezik a szabályok beadványozásra. Az engedélyes elemi érdeke, hogy a kategóriába sorolás felülvizsgálatát minél hamarabb megtegye, mivel amennyiben az eredetileg megállapított kategóriát módosítani szükséges, akkor *„módosított Átalakítási Formalapot kell készíteni”*. A módosított ÁF-nek egyenes következménye – és ez egyben az engedélyes érdeke is –, hogy amennyiben a változás az 1. és a 2. kategóriák között történik, a folyamatban lévő hatósági eljárás megszüntetését és új hatósági eljárás indítását kell kérni. Ha az új kategória a 3., akkor csak a megszüntetést kell kérni, ha viszont a kategória eredetileg 3. volt, akkor engedély iránti kérelmet kell benyújtani. Természetesen, mielőtt bármit beadványozna az engedélyes, az új kategória megállapítását a módosított ÁF alapján egyeztetni kell a hatósággal.

Érdemi felülvizsgálat során az NBSZ 4.8.2.0800-as pontja által az egyes kategóriákhoz tartozó kritériumokat kell újra megvizsgálni aszerint, hogy az eredeti előzetes biztonsági értékelés óta a részletes tervezés és a biztonsági során milyen változások, eltérések, kiegészítések merültek fel.

Az átalakítást abba a kategóriába kell besorolni, mely kategória ismérvei teljesülnek. Amennyiben a vizsgálat eredményei szerint az átalakítás több

kategóriába is besorolható, akkor az alacsonyabb sorszámú kategóriát kell figyelembe venni.

5.4. Helyszíni szerelést megelőző biztonsági értékelés

Az NBSZ 1.4.1.0900 és 4.8.3.1000 pontjai szerint az 1. és 2. kategóriába sorolt műszaki átalakítások megfelelőségét – és a blokk biztonságát – a helyszíni szerelési munkálatok megkezdését megelőzően vizsgálni és igazolni kell. Ez a tevékenység a 3. átalakítási kategóriában is javasolt.

A helyszíni szerelést megelőzően vizsgálni és igazolni kell a beépítésre kerülő új rendszerek, rendszerelemek megfelelőségét, értékelni kell a helyszíni szerelés kiviteli terveinek a megfelelőségét, a szerelési munkálatok megkezdéséhez rendelt feltételek meghatározását és azok megfelelőségét, a feltételek teljesülésének helyzetét. Igazolni kell, hogy a szerelési tevékenység végrehajtása a blokk nukleáris biztonságát nem csökkenti, a végrehajtás során az NGB üzemállapotaira a jóváhagyott üzemviteli korlátok és feltételek maradéktalanul teljesíthetők.

A helyszíni szerelést megelőző biztonsági értékelést a következők vizsgálata alapján kell elkészíteni:

- 1) az új rendszerelemek gyártóművi vizsgálata során esetlegesen szükségessé vált módosítások;
- 2) a beépítésre kerülő új rendszerelemek műszaki, minőségügyi, ill. vizsgálati dokumentumai, a rendszerelemek megfelelősége;
- 3) a helyszíni szerelés kiviteli terveinek megfelelősége a tervezési alappal való összhang és az átalakításra vonatkozó követelmények teljesülése szempontjából,
- 4) a szerelést követő ellenőrzés vizsgálati programjának megfelelősége a vizsgálati terjedelem, a vizsgálati eljárások és az elfogadási kritériumok megfelelősége szempontjából,
- 5) a szerelés végrehajtásához rendelt műszaki, adminisztratív és üzemviteli feltételek meghatározása, azok megfelelősége és gyakorlati teljesülése;
- 6) szükség szerint a szerelési tevékenység végrehajtásával összefüggésben módosított ÜFK rendelkezésre állása és megfelelősége;
- 7) szükség szerint a szerelési tevékenység végrehajtásával összefüggésben kiadott, ill. módosított üzemviteli dokumentumok, üzemzavar-elhárítási utasítások és balesetkezelési eljárások rendelkezésre állása, azok megfelelősége;
- 8) a helyszíni szerelés végrehajtásának megfelelősége a személyzet és a

nukleáris létesítmény biztonsága, a biztonság fenntartása szempontjából;

- 9) a személyzet felkészültsége az esetleges események bekövetkezésére;
- 10) az átalakításra vonatkozó átfogó biztonsági elemzés érvényessége; (Ha az átfogó biztonsági értékelés óta olyan módosítások történtek, amelyek miatt ez nem egyértelmű, akkor új elemzések szükségesek!)
- 11) a szükség szerinti képzési program értékelése.

5.5. Üzembe helyezést megalapozó biztonsági értékelés

Az NBSZ 4. kötetének 4.8.3.1500. pontja alapján, ha az engedélyes az üzembe helyezés és a próbaüzem kivételével a műszaki átalakítást elvégezte, az átalakítások dokumentumaiból Átalakítást Követő Üzemeltetés Megkezdését Megalapozó Dokumentációt (ÜMMD) állít össze, amelyben bemutatja, hogy az átalakítás mindenben megfelelt a műszaki és minőségi követelményeknek, előírásoknak. Az 1. és 2. kategóriába sorolt műszaki átalakítások megfelelőségét - és a blokk biztonságát - az üzembe helyezés előfeltételeként vizsgálni, ill. igazolni kell.

4.8.3.1500. „Az engedélyes azt követően, hogy az üzembe helyezés és a próbaüzem kivételével a műszaki átalakítást elvégezte, illetve amennyiben nem történik üzembe helyezés, akkor az 1. melléklet 1.4. fejezet szerint az átalakítási engedélyben nevesített eseményt megelőzően átalakítások dokumentumaiból Átalakítást Követő Üzemeltetés Megkezdését Megalapozó Dokumentációt állít össze, amelyben bemutatja, hogy az átalakítás mindenben megfelelt a műszaki és minőségi előírásoknak. Az Átalakítást Követő Üzemeltetés Megkezdését Megalapozó Dokumentáció javasolt felépítésére és tartalmára vonatkozó ajánlásokat útmutató tartalmazza.”

Az üzembe helyezést megalapozó biztonsági értékelés keretében vizsgálni, ill. igazolni kell a helyszíni szerelés eredményeként a blokkon létrehozott állapot megfelelőségét, az átalakított rendszer biztonságos üzembe helyezéséhez és a blokk üzemeltetéséhez (próbaüzem) szükséges feltételek teljesülését, az üzembe helyezés és a próbaüzem végrehajtásának biztonságát, és azt, hogy az átalakított rendszer megfelelősége és a blokk átalakított rendszerrel való üzemeltetésének biztonsága a tervezett vizsgálatok végrehajtásával egyértelműen és hiánytalanul igazolható.

Az NBSZ 3. kötete is tartalmaz fontos előírásokat az üzembe helyezésre, amelyeket érvényesíteni szükséges az üzembe helyezési programban. A 3. kötet bevezetőjének megfelelően a kötet követelményeit üzemelő erőmű esetében elsősorban átalakításokra kell alkalmazni. Ennek megfelelően

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

azokat a pontokat is figyelembe kell venni, amelyek a megfogalmazásuk szerint „az atomerőmű üzembe helyezésére” vonatkoznak. A lényeges figyelembe veendő pontok a következők:

- 3.2.1.2200., amely többek között azt követeli meg, hogy „új tervezési megoldások esetében, amelyek eltérnek a műszaki gyakorlatban bevett megoldásoktól, az alkalmazhatóságot adekvát kutatásokkal, tesztekkel, más alkalmazásokban szerzett tapasztalatok elemzésével biztonsági szempontból igazolni kell. Az új megoldást tesztelni kell az üzembe helyezés előtt”, tehát ilyen esetben az üzembe helyezés feltétele, hogy az itt említett kutatások, tesztek, tapasztalatok megvalósuljanak és megfelelően kiértékeljék azok eredményeit;
- 3.2.3.2600. i) pontja, amelyben az áll, hogy: „üzembe helyezésének programja és annak alapjául szolgáló megfontolások, továbbá annak bemutatása, hogy az előírányzott üzembe helyezési tevékenység alkalmas annak igazolására, hogy az atomerőművi blokk a terveknek és a biztonsági előírásoknak megfelelően fog működni”, amelyet az átalakítások esetén az üzembe helyezési programmal szembeni követelménynek kell értelmezni;
- 3.2.5.0300. „egyes üzemeltetési feltételeket és korlátokat (...) az üzembe helyezési próbák eredményei alapján kell meghatározni”. Átalakítás esetén is lehetséges, hogy felmerülnek olyan feltételek vagy korlátok, amelyek pontos meghatározása csak az üzembe helyezési mérésekkel lehetséges.

Az üzembe helyezést megalapozó biztonsági értékelés elkészítéséhez a következők teljesülését szükséges vizsgálni:

- 1) az új rendszerelemek műszaki, minőségügyi és vizsgálati dokumentumai, valamint a gyártók minősítése alapján a specifikációkban előírt követelmények és az új rendszerelemek megfelelőségére vonatkozó előírások teljesülése, a rendszerelemek műszaki és szakmai megfelelősége;
- 2) a szerelés eredményeként megvalósult állapot összhangja a műszaki tervekkel, az átalakítás műszaki és szakmai megfelelősége;
- 3) az üzembe helyezés és a próbaüzem végrehajtásához rendelt műszaki, adminisztratív és üzemviteli feltételek megfelelősége;
- 4) a szerelést követő ellenőrzés eredményei és az üzembe helyezést előkészítő tevékenységek végrehajtása az üzembe helyezéshez szükséges feltételek teljesülése szempontjából;

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- 5) az üzembe helyezési programok és a próbaüzem programjának megfelelősége a vizsgálatok terjedelme, a vizsgálati eljárások és az elfogadási kritériumok, a végrehajtáshoz rendelt feltételek teljesülése, a megvalósult állapottal való összhang, valamint a programok tartalmi felépítésére vonatkozó előírások teljesülése szempontjából;
- 6) az üzembe helyezés és az üzemeltetés során esetlegesen szükségessé váló módosítások, javítások végrehajtására vonatkozó szabályozás rendelkezésre állása és megfelelősége;
- 7) az átalakított rendszer üzembe vételéhez és az átalakított rendszerrel való üzemeltetéshez szükséges üzemviteli dokumentumok és üzemzavar-elhárítási utasítások, balesetkezelési eljárások rendelkezésre állása és azok megfelelősége;
- 8) az átalakított rendszer, ill. szükség szerint az új rendszerek és rendszerelemek tervezett üzemi próbáinak (ciklikus próba) programjai, azok megfelelősége a vizsgálatok gyakorisága és módszere, a vizsgálatok terjedelme és az elfogadási kritériumok szempontjából;
- 9) a karbantartási programok megléte és megfelelősége;
- 10) az átalakított rendszer, ill. az új rendszer és rendszerelemek funkció ellátó képességének folyamatos fenntartását biztosító programok kidolgozása és azok megfelelősége, az állapotváltozás követéséhez és értékeléséhez szükséges alapadatok rendelkezésre állása és azok megfelelősége;
- 11) szükség szerint az átalakított rendszer vagy annak részeként üzemelő alrendszerek, rendszerelemek üzemi beállításához, beállításának módosításához szükséges eszközök és szabályozások rendelkezésre állása és azok megfelelősége;
- 12) az átfogó biztonsági elemzések érvényessége a megvalósult rendszerre az NGB összes üzemmódjára és üzemállapotára, a következő vizsgálatok elvégzésével:
 - a releváns biztonsági követelmények és előírások teljesülése az összes blokki üzemállapotra vonatkozóan,
 - az átalakítás végrehajtásának hatása a biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek jellemzőire, az üzembe helyezés és átalakítást követő üzemeltetés során a személyzetet és a lakosságot érő sugárterhelésben az ALARA elv megvalósulása,
 - az átalakítás hatása a tervezési üzemzavarok lefolyására,
 - az átalakítás hatása a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó

- folyamatokra,
- az átalakított rendszer lehetséges meghibásodási módjai,
 - a külső hatások, illetve a minősítést igénylő környezeti körülmények megfelelő figyelembevétele,
 - a korábban végrehajtott más átalakításokkal való összhang,
 - amennyiben nem kizárható az átalakítás hibás megvalósításának (olyan rendszerek és rendszerelemek átalakítása esetén ahol teljes léptékben nem vizsgálható az átalakítás, pl.: reaktortartály) következményei, illetve szerelésének lehetséges következményei (pl.: tűz vagy elárasztás),
 - az átalakítás végrehajtásának hatása az üzemeltetés során keletkező radioaktív hulladékok mennyiségére;
- 13) a VBJ aktualizálásához felhasználásra kerülő módosító lapok megfelelősége;
- 14) a képzési program végrehajtása.

5.6. Az Átalakítást Értékelő Jelentésbe tartozó biztonsági értékelések

5.6.1. Az üzembe helyezés biztonsági értékelése

Az üzembe helyezési tevékenységhez kapcsolódó követelményeket az NBSZ 4.3 fejezete írja le. Bár a fejezet jelentős része csak az atomerőmű üzembe helyezésére értelmezhető, több olyan pont is van, amelyik fontos követelményeket rögzít átalakítást követő üzembe helyezés esetére is. Megjegyezzük, hogy az átalakítás utáni üzembe helyezés folyamatát az 1.5. OAH útmutató is tárgyalja a 3.3.5. fejezetben. Az NBSZ 4.3 fejezet előírásai közül most azokat emeljük ki, amelyek az üzembe helyezés biztonsági értékelésével kapcsolatosak.

4.3.1.0300. *„Az atomerőmű létesítését és műszaki átalakítását követően az érintett rendszereken kötelező művelet az üzembe helyezés, amelynek során meg kell győződni arról, hogy a tervezési célok teljesülnek, és ezáltal az atomerőmű, annak rendszerei és rendszerlemei alkalmasak a biztonságos üzemeltetésre.”*

4.3.2.0700. *„A munkaprogramoknak legalább az alábbiakat kell tartalmazniuk:*

(...)

g) a munkaprogramban előírt és a gyakorlati végrehajtás közben tapasztalt

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

paraméterek közötti nemmegfelelőségek kezelését.”

4.3.2.0800. „Az üzembe helyezési munkaprogramokban foglaltak végrehajtását, az összegyűjtött információk hitelességét a tevékenységekben részt vevő felelős személyzetnek kell igazolnia.”

4.3.2.0900. „Az üzembe helyezés során el kell végezni a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek „0” állapotát felmérő és tanúsító vizsgálatokat és azok dokumentálását az előírt terjedelemben, annak érdekében, hogy az üzemeltetési időszak során bekövetkező változások azonosíthatóak legyenek.”

4.3.2.1000. „Az üzembe helyezés során összegyűjtött tapasztalatokat, az atomerőműre vonatkozó pontosított adatokat a Végleges Biztonsági Jelentésbe be kell építeni.”

A 4.3.1.0300. pont kiemeli az üzembe helyezésnek azt a jelentőségét, hogy ez a folyamat bizonyítja, hogy *„a tervezési célok teljesülnek, és ezáltal az atomerőmű, annak rendszerei és rendszerelemei alkalmasak a biztonságos üzemeltetésre”*. Az üzembe helyezés biztonsági értékelését ennek megfelelően kell elvégezni.

A 4.3.2.0700. g) pontja ír a nemmegfelelőségek, azaz olyan esetek kezeléséről, amikor az üzembe helyezési program végrehajtása során a programban rögzített kritériumok egy része nem teljesül. Erre is alkalmazandó a 4.3.2.0800.-ban említett felelős személyzet igazolási kötelezettsége, amely ki kell, hogy terjedjen arra is, hogy a 4.3.1.0300. értelmében a biztonság szempontjából sikeresnek nyilvánítható-e az üzembe helyezés.

A 4.3.2.0900. értelmében az üzembe helyezés során meg kell állapítani az új rendszerek, rendszerelemek „0” állapotát, amelyet a későbbiekben pl. az öregedéskezelési programokban is figyelembe kell venni.

A sikeres üzembe helyezés során keletkezett egyes adatok szükségesek lehetnek a VBJ aktualizálásához (4.3.2.1000.), valamint az üzemeltetési feltételek és korlátok véglegesítéséhez.

Az üzembe helyezés biztonsági értékelésének a hatósághoz való benyújtását nem írja elő a szabályzat, de azt a hatóság ellenőrizheti, benyújtását előírhatja, és később az Átalakítást Értékelő Jelentés (ÁEJ) készítésénél is fel kell használni.

5.6.2. Az üzemeltetés biztonsági értékelése

4.8.4.0100. „Valamennyi átalakítás befejezését követően 3 hónappal vagy a nukleáris biztonsági hatóság által meghatározott időpontban el kell készíteni az

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

Átalakítást Értékelő Jelentést, amelyben az engedélyes bemutatja és értékeli az átalakítás előkészítésének és megvalósításának tervezési, beszerzési, szerelési, képzési, üzembe helyezési és kezdeti üzemeltetési stb. tapasztalatait, valamint a folyamat egészét. Az Átalakítást Értékelő Jelentés javasolt felépítésére és tartalmára vonatkozó ajánlásokat útmutató tartalmazza.”

Az üzemeltetés biztonsági értékelésének célja az átalakítással létrejött állapot megfelelőségének igazolása. Az értékeléshez szükséges vizsgálatok körét a hatósági engedély és az átalakítás típusa határozza meg. Az értékelés eredményét az Átalakítást Értékelő Jelentésben kell dokumentálni, amit be kell nyújtani a hatóságnak.

Műszaki átalakítások esetében az átalakított rendszerrel való üzemeltetés biztonságát, a folyamatos és a biztonságos üzemeltetéshez szükséges feltételek teljesülését a következők alapján kell értékelni:

- 1) az üzembe helyezési programok végrehajtásának eredményei,
- 2) a próbaüzem során végrehajtott vizsgálatok eredményei,
- 3) az üzembe helyezés és a próbaüzem időszakában végzett hibajavítás eredményei, a javítást követő visszaellenőrzés megfelelősége,
- 4) az üzembe helyezés megkezdését követően bekövetkezett, az átalakítással összefüggésbe hozható események kivizsgálásának eredményei,
- 5) a blokk átalakított rendszerrel való üzemeltetésének tapasztalatai,
- 6) az átalakítás előkészítése és végrehajtása során készített biztonsági elemzések, értékelések érvényessége,
- 7) az üzemviteli dokumentumok és az üzemi próbák megfelelőségére vonatkozó észrevételek és azok értékelése,
- 8) az átalakításra vonatkozóan meghatározott követelmények teljesülése,
- 9) az NBSZ előírások teljesülése,
- 10) a független szakértő által megfogalmazott ajánlások teljesülése,
- 11) a felügyeleti tevékenységet ellátó szervezet és a nukleáris biztonsági hatóság vonatkozó előírásainak a teljesülése.

Amennyiben műszaki átalakítások esetében az üzembe helyezési vizsgálatok hibát vagy hiányosságot mutatnak ki, a tervezett javítás megfelelőségét biztonsági értékeléssel kell igazolni. A javítás biztonsági megalapozásában vizsgálni és igazolni kell, hogy:

- 1) a blokk aktuális állapota biztonságos,

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- 2) a tervezett javítás biztonságosan végrehajtható,
- 3) a tervezett beavatkozással az átalakítás biztonsági elemzéseiben vizsgált műszaki állapot helyreállítható,
- 4) a tervezett ellenőrzés végrehajtásával az átalakított rendszer megfelelősége, a blokk átalakított rendszerrel való üzemeltetésének a biztonsága igazolható,
- 5) a próbaüzem megkezdéséhez rendelt elfogadási kritériumok mellett a blokk az átalakított rendszerrel biztonságosan üzemeltethető,
- 6) az üzembe helyezést megalapozó biztonsági elemzés továbbra is érvényes.

A szervezeti átalakítások esetében az átalakítás megfelelőségét, a módosított szervezeti jellemzővel való üzemeltetés nukleáris biztonságát, a folyamatos és a biztonságos üzemeltetéshez szükséges feltételek teljesülését a következők alapján szükséges vizsgálni:

- 1) a módosított szervezeti jellemzővel való üzemeltetés tapasztalatai,
- 2) a módosított szervezet működését biztosító szabályozók, automatizált eszközök és aktualizált dokumentumok megfelelőségére vonatkozó észrevételek,
- 3) az átalakítás előkészítése és végrehajtása során készített biztonsági elemzések (előzetes és átfogó biztonsági értékelés) érvényessége,
- 4) az átalakításra vonatkozóan meghatározott követelmények teljesülése,
- 5) az NBSZ előírások teljesülése,
- 6) a független szakértő által megfogalmazott ajánlások teljesülése,
- 7) a felügyeleti tevékenységet ellátó szervezet és a nukleáris biztonsági hatóság vonatkozó előírásainak a teljesülése.

HMD módosítás esetében az átalakítás megfelelőségét, a módosított HMD-vel való üzemeltetés nukleáris biztonságát, a folyamatos és a biztonságos üzemeltetéshez szükséges feltételek teljesülését a következők alapján kell vizsgálni:

- 1) a HMD módosítás bevezetését követően elvégzett kiegészítő vizsgálatok eredményei (szükség szerint),
- 2) a blokk módosított HMD-vel való üzemeltetésének tapasztalatai,
- 3) az átalakítással összefüggésbe hozható események kivizsgálásának eredményei,

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- 4) a módosított HMD és az aktualizált dokumentumok megfelelőségére vonatkozó észrevételek,
- 5) az átalakítás előkészítése és végrehajtása során készített biztonsági elemzések (előzetes és átfogó biztonsági értékelés) érvényessége,
- 6) az átalakításra vonatkozóan meghatározott követelmények teljesülése,
- 7) az NBSZ előírások teljesülése,
- 8) a független szakértő által megfogalmazott ajánlások teljesülése,
- 9) a felügyeleti tevékenységet ellátó szervezet és az OAH vonatkozó előírásainak a teljesülése.

5.6.3. Az új rendszerelemek megfelelőségének értékelése

A műszaki átalakításokra vonatkozó követelmények és hatósági ajánlások teljesítésének vizsgálatában meghatározó szerepet tölt be az új rendszerelemek megfelelőségének értékelése. A biztonsági osztályba sorolt új rendszerelemek megfelelőségét a következők figyelembevételével kell értékelni:

- 1) a gyártónak érvényes tanúsítványa,
- 2) a gyártó minősítése az adott rendszerelem gyártására,
- 3) a beépítésre kerülő kereskedelmi termékek értékelhető atomerőművi alkalmazási referenciái,
- 4) a termék megfelelőségét igazoló gyártóművi nyilatkozat,
- 5) kereskedelmi termékek esetén ABOS 2. és 1. osztályban a megfelelőséget független minőségtanúsító intézet által kiadott tanúsítvánnyal kell igazolni, ennek hiányában a beadvány beküldése előtt az OAH-val egyeztetett módon a megfelelőség kiegészítő típusvizsgálat végrehajtásával is igazolható,
- 6) a gyártmányok megfelelőségét ABOS 2. és 1. osztályban a beépített kereskedelmi termékek megfelelőségének igazolására vonatkozó követelmények teljesítése mellett az OAH-val egyeztetett módon gyártóművi átvételi eljárással is igazolni kell.

A referenciaadatok abban az esetben minősülnek értékelhetőnek, ha azok alapján az új rendszerelem megbízhatósága számszerűsíthető, azok alapján az alkalmazási profilok azonossága ellenőrizhető. Amennyiben az új rendszerelemről értékelhető referencia adatok nem állnak rendelkezésre, a megfelelőség független minőségtanúsító intézet által kiadott típusvizsgálati dokumentációval, vagy kiegészítő típusvizsgálattal is igazolható.

A fenti minősítési és egyéb dokumentumok akkor fogadhatók el érvényesnek, ha a beépítéskor, teszteléskor és üzembe helyezéskor, a próbaüzem során összegyűjtött tapasztalatok nem mondanak ellent azoknak.

6. AZ ÁTALAKÍTÁSOK ÉRTÉKELÉSÉHEZ ELVÉGZENDŐ BIZTONSÁGI ELEMZÉSEK MÓDSZEREI

A 4. fejezetben leírtak szerint az átalakítás különböző fázisaiban biztonsági értékelésekkel és elemzésekkel kell bizonyítani, hogy az erőmű biztonsága sem az átalakítással, sem az átalakításhoz vezető folyamat során nem kerül a kiinduló állapotnál kedvezőtlenebb biztonsági helyzetbe. Ha az eredeti tervekhez és a korábbi biztonsági elemzésekhez képest módosítások történnek az átalakítási folyamat során, akkor minden egyes fázisban bizonyítani kell, hogy a korábbi elemzések továbbra is érvényesek, vagy új elemzésekkel kell bizonyítani a biztonság megfelelő szintjét. Amennyiben a biztonsági értékelések eredményei alapján egyértelműen kijelenthető, hogy az átalakítás az atomerőmű biztonságára nincs hatással, akkor további elemzésekre nincs szükség.

Az átalakítások átfogó biztonsági értékelése alapulhat mind determinisztikus, mind valószínűségi elemzéseken, az átalakítás jellemzői függvényében.

A 4.8.3.0300 szerint az előzetes biztonsági értékeléseket „*belső független felülvizsgálatnak kell alávetni*”. A felülvizsgálatot végző csoport tagjait úgy kell megválasztani, hogy közöttük az üzemeltető személyzet képviselői, biztonsági szakemberek, és egyéb műszaki (célszerűen független) tanácsadók is szerepeljenek.

Nagy biztonsági jelentőségű átalakítások esetében az elemzéseket alternatív, de az eredetihez hasonlóan validált és verifikált eszközökkel is megismételni, hogy a felállított modellek és a szoftverek által használt számítási mód bizonytalanságainak elfogadhatósága igazolható legyen.

A 4.8.3.0700. pont szerint „*Valamennyi 1. és 2. kategóriába sorolt átalakításnál az Átalakítást Megalapozó Dokumentációt és az azt megalapozó dokumentációt független műszaki szakértői felülvizsgálatnak kell dokumentáltan alávetni.*” Itt a „független műszaki szakértő” alatt a 247/2011. (XI. 25.) Korm. rendeletben meghatározott szakértőt kell érteni. Ugyanakkor az is követelmény, hogy az igénybevett szakértő nem vehetett részt az átalakítással kapcsolatos korábbi tevékenységekben (előkészítés, tervezés, elemzés stb.).

6.1. Elemző eszközök és számítási módszerek megválasztása

A biztonsági értékelést végzőnek figyelemmel kell lenni a Rendelet 9. §-ának bemenő adatokra és elemző eszközökre vonatkozó rendelkezéseire, vagyis, a biztonsági értékelés megfelelő elvégzése érdekében a tervező és elemző eszközöket, valamint a bemenő adatokat verifikálni és validálni kell. Ennek megfelelően biztonsági elemzések céljára azok a módszerek és elemzési eszközök alkalmazhatók, amelyeket az atomerőművek általános tervezési elveinek megfelelő biztonsági igazolásokhoz használnak. Ezen módszerekre vonatkozóan az NBSZ 3. kötet 2.2. és 2.3. fejezetei részletes követelményeket tartalmaznak.

6.1.1. Elemzési eszközök

Átalakítások biztonsági hatásainak értékeléséhez az adott elemzési feladat jellegétől függően különböző elemzési eszközök használhatók. Az elemzési eszközök megválasztásánál előnyben kell részesíteni a VBJ-ben már leírt és alkalmazott eszközöket. Az alkalmazható eszközökkel kapcsolatban az általános követelményeken túlmenően, mindenre alkalmazható, részletes követelmények és ajánlások kialakítása nem lehetséges, mert mindig az adott elemzés speciális körülményei és a rendelkezésre álló lehetőségek alapján kell megítélni, hogy milyen eszköz bevetése szükséges.

Az átalakítások biztonsági hatásainak értékeléséhez használt legfontosabb kiindulási alap az atomerőmű Végleges Biztonsági Jelentése és az abban dokumentált tervezési alap valamint egyedi rendszerekre vonatkozó, illetve a komplex létesítményszintű biztonsági elemzések, értékelések. Ennek megfelelően olyan elemzéseket kell készíteni, amelyek alapján a biztonság jellemzőinek az átalakítás hatására való változása, módosulása egyértelműen kimutatható. Ha az elemzéshez új eszközök alkalmazása szükséges, akkor azokkal az átalakítás előtti állapotot is elemezni kell az összehasonlíthatóság érdekében.

Az átalakítások jelentős részében spekulatív úton, rendszer- illetve konfigurációértékeléssel, vagy esetleg extrapolációs számítások segítségével lehet bizonyítani, hogy a biztonsági jelentésben már meglévő és elfogadott elemzések elégséges módon igazolják a vizsgált állapot, módosítás biztonságát.

Amennyiben ez nem tehető meg, akkor a biztonsági jelentésekben közölt elemzéseknek az új vizsgált állapot figyelembevételével történő megismétlésekor, vagy az eredetileg alkalmazott, vagy egy más az adott feladat tekintetében igazoltan megfelelő eszközt, számítási modellt kell alkalmazni. Ez utóbbi esetben az új eszközzel a kiindulási állapotot is

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

elemezni kell annak érdekében, hogy az átalakítás hatása egyértelművé váljon.

Amennyiben az alkalmazott számítógépes program („kód”) részletes leírása a VBJ-ben nem szerepel, ismertetni kell annak rendeltetését, eredetét, azonosítóját. Be kell mutatni a programban alkalmazott modelleket, értelmezni kell azok alkalmazási korlátait. Amennyiben egy elemzéshez több számítógépes programot kell használni, akkor meg kell határozni az adatforgalom és az esetleges konverziók módszereit.

Ha létezik az alkalmazott programokhoz ún. *kézikönyv*, amely bemutatja a program bemenő adatainak és a blokk tervezési adatainak a kapcsolatát (a modellezés módszereit), valamint értékeli a modellezés során használt egyszerűsítéseket, akkor hivatkozni kell arra. Külön ki kell emelni és indokolni az elemzés során alkalmazott esetleges eltéréseket a kézikönyvben leírtakról.

Értékelni kell a programok validáltságát, amennyiben az nincs már leírva a VBJ-ben. Ismertetni kell azokat a tesztfeladatokat, amelyek a kód valamennyi lényeges alkalmazási lehetőségét ellenőrizték (természetesen, ez korábban már benyújtott anyagokra való hivatkozással is megoldható). A tesztfeladatok számítási eredményeit kísérleti vizsgálatok mérési eredményeivel, vagy már validáltak tekintett hasonló programok számítási eredményeivel kell összehasonlítani. Az eltéréseket értékelni kell a program felhasználhatósága szempontjából.

A PSA elemzések esetében gyakran elégséges az adott új rendszer elem konkrét megbízhatósági adatainak ismeretében egyéb logikai megfontolás nélkül elvégezni az elemzést. Más esetekben egyszerű megfontolásokkal egy egyszerű eseménylogikai szűrés során belátható, hogy bizonyos érintett események, eseményláncok bekövetkezési valószínűsége elhanyagolható és így csak jelentéktelen módon befolyásolja a kockázati jellemzőket és így emiatt nem szükséges részletes PSA elemzést végezni, a meglévő modell módosítani. Elhanyagolható hatásnak minősíthető, ha a módosítás a CDF-et csak kb. 1%-al, vagy annál kisebb mértékben módosítja.

Rendszerek megbízhatósági értékelésének céljára célszerűen hibafelemzést lehet végezni, a rendszer elemek meghibásodási adatainak becsült vagy megalapozott értékeinek figyelembevételével.

A biztonsági funkciókat érintő esetekben érdemes a rendelkezésre álló legteljesebb esemény-logikai modellt használni. Ezek a modellek az alábbi jellemzők meghatározására terjedhetnek ki:

- kezdetiesemény-gyakoriságok,

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- meghibásodási gyakoriságok, meghibásodási valószínűségek,
- valamely biztonsági funkció elvesztésének valószínűsége,
- zónasérülési gyakoriság,
- különböző mértékű aktivitás-kibocsátások gyakorisága,
- károsodást okozó dózisok gyakorisága.

Minden esetben igazolni kell, hogy az alkalmazott eszköz megfelelő részletességgel képes modellezni az érintett rendszerek meghibásodási módjait. Biztosítani kell, hogy az alkalmazott modellek a vizsgált rendszer(ek) aktuális állapotát megfelelően tükrözzék.

Az egyes kockázati jellemzők meghatározásához az eseménytér és az üzemállapotok közül azokat kell mindenképpen figyelembe venni, amelyeknél az átalakítás következtében biztonságot gyengítő hatás várható.

6.2. Alkalmazott elemzési módszer

A determinisztikus elemzésekhez alapvetően kétféle elemzési megközelítés alkalmazható, úgy mint:

- a legjobb becslés módszere és a
- konzervatív módszer.

Az első esetben elengedhetetlenül szükséges, hogy az elemzési eredmények bizonytalanságát is meg kell határozni. Az elemzési módszer megválasztásakor figyelemmel kell lenni az NBSZ 3. kötetében szereplő 3.2.3.1400., 3.2.3.2100., 3.2.5.0200., 3.5.1.0700., pontokban közölt követelményekre.

3.2.3.1400. „A TAK1 és TAK2 üzemállapotot eredményező eseményekre vonatkozó elemzésekben a legjobb becslés módszerét kell alkalmazni. Bármely rendszer vagy rendszerelem működésképtelenségét akkor kell feltételezni, ha annak sérülése a kezdeti esemény vagy az üzemzavari folyamat eredményeképpen valószínűsíthető.”

3.2.3.2100. „A rendszerek és emberi beavatkozások sikerkritériumainak meghatározására vonatkozó elemzésekben a legjobb becslés módszerét kell alkalmazni. Ahol a legjobb becslés módszere nem alkalmazható, ott a feltételezések konzervativizmusa miatti torzító hatást értékelni kell.”

3.2.5.0200. „Az üzemeltetési feltételeket és korlátokat úgy kell meghatározni, hogy azok betartása mellett az üzemzavarokhoz vezető helyzetek megelőzhetőek, a lehetséges üzemzavarok esetén a következmények enyhíthetőek legyenek. A biztonsági korlátok meghatározásánál konzervatív

megközelítést kell alkalmazni a biztonsági elemzések bizonytalanságainak figyelembevétele érdekében.”

3.5.1.0700. „Minden dózisbecslésnek megfelelően konzervatívnak kell lennie, hogy a belső és külső sugárterhelés-számításokban meglévő bizonytalanságokat figyelembe vegyék. A számításokhoz fel kell használni a rendelkezésre álló mérési adatokat is.”

Amennyiben a számítás a legjobb becslés módszerével készül, akkor érzékenységi és bizonytalansági számításokat kell végezni a 6.3-es alfejezetben leírtak szerint. Konzervatív számítások esetén elegendő a burkoló elv igazolása, vagyis annak bizonyítása, hogy a konzervatív megközelítés valóban a legrosszabb helyzetet veszi alapul.

6.3. Érzékenységek és bizonytalanságok értékelése

Az elemzések elvégzése során a bizonytalansági és érzékenységi számítások elvégzése kötelező az elemzőre nézve amennyiben:

- a TA2-4 üzemállapotot eredményező események elemzéseiben a kezdeti eseménytől számított 30 percen belül feltételezett kezelői beavatkozások szerepelnek (NBSZ 3.2.3.1300.),
- a számítás a legjobb becslés módszerével készült,
- 1. és 2. szintű valószínűségi biztonsági elemzések esetén (NBSZ 3.2.3.1800.)
- dózisbecslés számítás esetén (NBSZ 3.5.1.0700.)

A bizonytalansági számításoktól el lehet tekinteni amennyiben a modell és a bemenő adatok elegendő mértékű konzervatívizmust tartalmaznak ahhoz, hogy a feltételezhető bizonytalanságokat lefedjék.

3.2.3.1300. „A TA2-4 üzemállapotot eredményező események elemzéseiben kezelői beavatkozásokat csak konzervatívan meghatározott időszükséglet alapján lehet figyelembe venni. 30 percnél rövidebb időtartamon belül feltételezett kezelői beavatkozások esetén a bizonytalanságokat is meghatározó elemzésnek kell igazolnia, hogy a feltételezett kezelői tevékenységek végrehajthatók a rendelkezésre álló idő alatt.”

3.2.3.1800. „Az 1. és 2. szintű valószínűségi biztonsági elemzés keretében a bizonytalansági és érzékenységi vizsgálatokat is el kell végezni, és minden alkalmazásnál tekintettel kell lenni azok eredményére.”

6.3.1. Érzékenységi vizsgálatok

Az érzékenységi vizsgálatok elvégzésének célja, hogy rávilágítsanak a

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

modellben valamint az elemzésekben tett feltételezések eredményekre gyakorolt hatására.

3.2.3.0400. „Érzékenységi vizsgálatokat kell végezni a feltételezések, a felhasznált adatok és számítási módszerek bizonytalanságának értékelésére. Ahol az elemzés eredményei érzékenyeknek bizonyulnak a modell feltételezéseire, ott további elemzéseket kell végezni az előzőtől független módszerek és eljárások használatával.”

Az 3.2.3.0400. alapján érzékenységi vizsgálatokat kell végezni a feltételezések, a felhasznált adatok és számítási módszerek bizonytalanságának értékelésére, mind a determinisztikus, mind a valószínűségi biztonsági elemzések esetén. Abban az esetben, ha az elemzés eredményei érzékenyeknek bizonyulnak a modell feltételezéseire, ott további elemzéseket célszerű végezni az előzőtől független módszerek és eljárások használatával.

Az érzékenységi vizsgálatok során meg kell határozni, hogy a bemenő paraméterek megváltoztatásával a számított eredmények milyen mértékű változása következik be. A bemenő adatokat azok bizonytalansági tartományában, illetve a technológia által megengedett tartományban kell variálni.

Az érzékenységi vizsgálatok kiértékelése felhasználható a számításban található bizonytalanságok előzetes becslésére, továbbá összehasonlítási alapot adhat a különböző kódokkal készült modellek és a számítások, valamint a számított és a mért eredmények összehasonlítására.

6.3.2. Bizonytalansági számítások

A bizonytalansági számítások a mérési adatokból a számításokba bevitt hibákat, a tudás hiányának hatásait, és az alkalmazott számítási módszer hibáit számszerűsíti. A bizonytalansági számításoknak a következő kérdéskörökre kell kiterjednie:

- az alkalmazott modellek bevitt bizonytalanságok vizsgálata (a modell elhanyagolásai, a modell valóságnak való megfeleltethetősége),
- a mérésekben felhasznált bemenő adatok mérési vagy számítási bizonytalanságainak mértéke,
- a számítás teljes bizonytalanságának mértéke, amely a számítások különböző részeiben jelentkező bizonytalanságának kombinációjaként áll elő.

Az elemzőnek figyelembe kell vennie a számítási bizonytalanságokat és olyan mélységben dokumentálni azokat, hogy az elemzés megfelelősége

megítélhető legyen.

Konzervatív elemzés esetén a számításokban felhasznált bemenő adatokat ésszerű mértékben konzervatív becslésekre kell alapozni, hogy a mérési és számítási bizonytalanságokkal bevitt minőségrontó hatások kompenzálva legyenek.

Bizonytalanságok csoportosítása

A bizonytalanságokat a kiváltó okok szempontjából két fő csoportba soroljuk:

- Az információk hiányából fakadó bizonytalanságok;
- A természetes folyamatok véletlenszerű összetevőinek hatásaiból fakadó bizonytalanságok.

Az információk hiányából fakadó bizonytalanságok oka, hogy nem rendelkezhetünk egy berendezés vagy fizikai folyamat teljesen átfogó, 100%-os ismeretével, csupán közelítő adatokat ismerünk. Nem ismerjük továbbá, hogy egy konkrét üzemzavar aktuálisan milyen kiinduló állapotban kezdődik.

A természetes folyamatok véletlenszerű összetevőinek hatásaiból fakadó bizonytalanságok a rendszerek és rendszer elemek előre nem látható véletlenszerű viselkedéséből következnek (pl.: primer környomás és hőmérsékletingadozások, véletlen meghibásodások, hibás operátori beavatkozások).

A két bizonytalansági típus eltérő okú ennek megfelelően a számítások során is külön lehet kezelni őket, és csak az eredmények kiértékelésénél, ill. a teljes bizonytalanság meghatározásánál célszerű összegezni.

Az információk hiányából fakadó bizonytalanságok kezelése

A bemenő paraméterek, bármely modell, a számítási módszer, az egyszerűsítések és a feltételezések is ilyen típusú bizonytalanságokkal terhelték. Az információk hiányából fakadó bizonytalanságok mind a determinisztikus, mind a valószínűségi biztonsági elemzéseknél közvetlenül meghatározhatóak érzékenység és bizonytalanság számításokkal. Ilyen elemzések segítségével a számított bizonytalansági adatok az elemzési eredmények értékeihez társíthatóak, továbbá kimutathatóvá válnak a bizonytalanságok fő forrásai.

A természetes folyamatok véletlenszerű összetevőinek hatásaiból fakadó bizonytalanságok kezelése

Az ilyen típusú bizonytalanságok egy előfordulási valószínűséggel vagy

gyakorisággal jellemezhetőek, és az adott berendezés vagy emberi beavatkozás megbízhatóságára vonatkozóan adnak információt. A természetes folyamatok véletlenszerű összetevőinek hatásaiból fakadó bizonytalanságok hatásait valószínűségi biztonsági elemzésekkel kell vizsgálni és értékelni.

6.4. Biztonsági elemzések dokumentálása

A biztonsági elemzések dokumentációinak alapkövetelményeit az NBSZ 3.2.3.0500-as pont rögzíti:

3.2.3.0500. „A biztonság igazolására szolgáló elemzéseket oly módon és olyan mélységben kell dokumentálni, hogy azok az atomerőmű teljes élettartama során megismételhetőek, független felülvizsgálatnak alávethetőek, és az átalakítások értékeléséhez szükséges terjedelemben módosíthatóak legyenek, továbbá az alkalmazott konzervatívizmusok mértéke és az elemzés alapján rendelkezésre álló tartalékok mértéke felülvizsgálható és újraértékelhető legyen.”

Vagyis a biztonsági elemzések dokumentációjának két fő szempontja van, amelyek az értékelhetőség alapját adják:

- a biztonsági elemzés dokumentációját olyan formában és tartalommal kell elkészíteni, hogy az alapján az átalakítások biztonsági hatásai és elfogadhatósága megítélhető és felülvizsgálható legyen;
- a dokumentáció és a felhasznált eszközök segítségével az eredmények az elemzéseket végzők személyétől függetlenül reprodukálhatóak legyenek.

Amennyiben egy biztonsági elemzés dokumentációjában nem teljesül a két fő szempont, úgy az értékelés hatóságilag nem elfogadható, és a hatóság hiánypótlást kérhet.

A biztonsági elemzések dokumentációjának elkészítését, már az elemzési fázisban meg kell kezdeni, és minden fontosabb lépés után frissíteni, hogy ne veszessen el információ az elemzés készítése közben, és ezáltal javítsa az elemzés kiértékelésének minőségét.

6.4.1. Determinisztikus biztonsági elemzések dokumentációja

Az átalakítások szükségességének indoklására, valamint az engedélyezési kérelmek alátámasztására az engedélyesnek determinisztikus biztonsági elemzéseket kell végezni. A determinisztikus biztonsági elemzések elvégzésének ajánlás rendszerét a Determinisztikus biztonsági elemzések című OAH útmutató, a 3.25 sz. „Atomerőműben üzemelő nyomástartó

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

berendezések szilárdsági elemzése” című OAH útmutató és a 3.13 sz. „Az öregedési folyamatok figyelembevétele az atomerőművek tervezése során” című OAH útmutató tartalmazza, és fejt ki részletesen a dokumentáció elkészítésének módját és tartalmi követelményeit. Az átalakítások biztonsági értékelésének alátámasztására elkészített determinisztikus biztonsági elemzések dokumentációjának a következő területeket kell lefednie:

- az elemzett tervezési és tervezésen túli üzemzavarok elemzésre történő kiválasztásának indoklása,
- az alkalmazott kódok és számítási módszerek validáltságának és verifikáltságának alátámasztása,
- az alkalmazott kezdeti és peremfeltételek és az egyéb felhasznált paraméterek és feltételezések leírása és indoklása,
- a felépített számítógépes modell részletes bemutatása, nodalizáció bemutatása és indoklása, valamint az elhanyagolások ismertetése, és az elhanyagolhatóságuk indoklása,
- a bemenő adatok forrása, és megfelelőségének indoklása,
- érzékenységi vizsgálatok feltételezései, és eredményei,
- az elemzési bizonytalanságok bemutatása és elhanyagolhatóságuk indoklása, vagy konzervatív számítás esetén az alkalmazott konzervatívizmus elegendő volta,
- a számítási eredmények részletes bemutatása.

6.4.2. Valószínűségi biztonsági elemzések dokumentációja

A 3.11 sz. OAH útmutató alapján a valószínűségi biztonsági elemzések dokumentációjának a következő területeket kell tárgyalnia:

- a modellezési feltételezésekről,
- az alkalmazott módszerek kiválasztásának alapjairól, valamint azok alkalmazásáról,
- eseményfák esetében az eseményláncok részleteiről – a kapcsolódó rendszer-hibafák megnevezésével,
- rendszer-hibafák esetében, az azokhoz tartozó rendszersémák segítségével a rendszerek működéséről, és azok más rendszerekkel
- vagy eseménylánccal való kapcsolódási felületeiről,
- a felhasznált meghibásodási adatokról,
- az elemzések részeredményeiről, és azoknak a teljes modellbe való

integrálásáról.

A dokumentáció elkészítésére vonatkozó részletes ajánlás és követelményrendszert a 3.11 sz. OAH útmutató tartalmazza.

7. A BIZTONSÁGI ELEMZÉSEK CÉLJA ÉS ALKALMAZÁSA

A korábbi fejezetekkel összhangban, az átalakításokkal összefüggő értékelési feladatok elvégzése az átalakításokra vonatkozó követelmények, ill. hatósági ajánlások teljesítésének szisztematikus vizsgálatát és ennek részeként - az átalakítás biztonsági jelentőségével arányosan - biztonsági elemzések elkészítését, meglévő elemzések felülvizsgálatát igényli.

Jelen fejezet az általános elemzési szempontok mellett a determinisztikus és valószínűségi elemzések alkalmazására, az elemző eszközök használatára, az átalakítások biztonsági hatásának elfogadhatóságára, valamint az NBSZ 3. kötetben szereplő tervezési követelmények terjedelmében az egyes elemzések elfogadási kritériumaira vonatkozó ajánlásokat ismerteti.

A fejezetben leírt ajánlásokat a tervezett átalakítás biztonsági jelentőségével összhangban kell alkalmazni.

7.1. Általános elemzési szempontok

Az átalakítással létrejövő állapot fennmaradásának időtartama

Az átalakításokat az átalakított állapot fennmaradásának időtartama szerint két típusba lehet sorolni, megkülönböztetve a hosszú távra tervezett ún. átalakítások, és a rövidtávra tervezett, ún. ideiglenes átalakítások típusát. Az átalakításokat a nukleáris létesítményekben az átalakított állapot fennmaradásának időtartamától függetlenül azonos biztonsági követelmények alapján kell előkészíteni, végrehajtani és felügyelni.

Annak ellenére, hogy a biztonsági követelmények azonosak az ideiglenes, illetve a végleges átalakítások esetében, a biztonsági értékelés különbözhet a kétfajta átalakításra. A biztonsági hatások meghatározásánál, amennyiben szükséges, megfelelő konzervatív feltételezésekkel az időben változó kockázat meghatározásánál, valamint az időben változó terhelések, öregedési folyamatok értékelésénél figyelembe kell venni az átalakítás tervezett fennmaradási idejét. Ideiglenes átalakítások esetén bizonyos, időben ritkán fellépő, vagy az ideiglenes átalakítás fennmaradásának időtartama alatt lényegében kizárható konfigurációkat, terhelési állapotokat a biztonsági értékelés során nem szükséges figyelembe venni.

A valószínűségi biztonsági elemzésnél figyelembe vehető, hogy egy rövid ideig fennálló módosítás kockázatmódosító hatása csekély. Ugyanakkor

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

determinisztikusan egyértelmű biztonságcsökkenés rövid időre sem fogadható el.

Biztonsági hatás

Az NBSZ lényegében azonos módon határozza meg a *biztonság* és a *nukleáris biztonság* fogalmát. Mindkét esetben a radioaktív (ionizáló) sugárzás általi veszélyeztetésre illetve az azzal kapcsolatos kockázatra történik utalás.

Az atomerőművi átalakítások biztonsági hatása elsősorban a következőkben felsorolt biztonsági jellemzők érintettségére értelmezhető:

- a tervezési alapba tartozó, korábban is értékelt kezdeti események bekövetkezési gyakorisága, egyes rendszerek, rendszerelemek biztonsági funkcióinak megbízhatósága, egyes elemek meghibásodási gyakorisága,
- a mélységi védekezés szintje, a speciális tervezési elvek (redundancia, diverzitás stb.).
- korábban a tervezési alap szerint értékelt kezdeti események vagy meghibásodások következményei,
- korábban a tervezési alapban figyelembe nem vett kezdeti események vagy meghibásodási módok fellépésének a lehetősége,
- az egyes kezdeti események lehetséges következményeire vonatkozó elfogadási kritériumokig vett tartalékok mértéke,
- korábban, a tervezési alap meghatározásánál és a biztonsági jelentés készítésénél alkalmazott elemzési módszerek alkalmazhatósága.

Az átalakítás biztonsági hatásának értékelése

Az NBSZ előírja, hogy az átalakítások eredményeként az erőmű biztonsági szintje nem csökkenhet. Ennek megfelelően szükséges az átalakítások hatását biztonsági elemzésekkel és értékelésekkel vizsgálni. Fontos, hogy az alkalmazott megfontolások, elemzések során nem csak a ténylegesen átalakítandó rendszerelemre szükséges koncentrálni, hanem figyelembe kell venni minden olyan hatást, közvetlen vagy közvetett összefüggést, amely más biztonság szempontjából fontos rendszerekkel létrejöhet.

A biztonsági elemzés elkészítésekor törekedni kell arra, hogy az átalakítás biztonsági hatásának mértékére konkrét mennyiségi válaszokat lehessen adni számítások, mérnöki megfontolások, determinisztikus vagy valószínűségi elemzések alkalmazásával. A determinisztikus, ill. valószínűségi elemzések alkalmazását értelemszerűen nem indokolt

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

minden átalakítás esetén feltételként szabni, hiszen sok esetben formális determinisztikus és/vagy valószínűségi elemzések nélkül is, pusztán spekulatív úton belátható lehet, ha egy átalakításnak lényeges biztonsági hatása nincs. Különösen igaz ez az olyan esetekben, amikor egy átalakítás nem módosít rendszerfunkciót.

Más esetekben az átalakítás biztonsági hatásainak megítéléséhez rendszertechnikai elemzés elegendő, de formális determinisztikus és/vagy valószínűségi elemzés nem szükséges. Ilyen megközelítéssel nem lehet kvantitatívan értékelni a biztonság változását, de elegendő lehet annak megalapozására, hogy a biztonsági hatás nem lényeges mértékű.

Az átalakítás hatásának elfogadhatósága érdekében be kell mutatni, hogy az átalakítások végrehajtása a létesítmény nukleáris biztonságát nem csökkenti a végrehajtás során vagy annak következményeként, mert a megfelelő üzemállapotok fenntartása, az üzemzavarok bekövetkezésének megelőzése és az üzemzavarok enyhítése továbbra is megvalósítható úgy, hogy az atomerőmű veszélyeztetésének mértéke az NBSZ 3. kötetében előírt követelmények által meghatározott kockázati szint alatt marad.

Determinisztikus elemzések

Determinisztikus elemzésnek általában az olyan elemzéseket lehet tekinteni, amelyek az elemzés eredményeit befolyásoló legfontosabb bemenő paraméterek (pl. egy időben változó folyamat kezdeti és peremfeltételei) esetén nem valószínűségi változókat, hanem rögzített, konkrét numerikus vagy logikai értékeket használnak. Ezért az ilyen elemzések végeredményei is konkrét numerikus értékek, függvények lesznek. A bemenő paraméterek determinisztikusan rögzített értékeit meg lehet választani *konzervatív* vagy *legjobb becslés* alapján, a modellezett jelenségről vagy folyamatról szerzett ismeretek, vagy megfontolások figyelembevételével. A nukleáris biztonsági elemzések között leggyakrabban a tervezési alapba tartozó üzemzavari folyamatok vizsgálatát kell determinisztikus elemzésekkel elvégezni.

Valószínűségi biztonsági elemzések

A valószínűségi biztonsági értékelés (azon belül elemzés) fogalmat először az atomenergia iparban használták olyan kockázatelértékelési módszer megjelölésére, mely révén a kockázat mennyiségi becslésének elkészítése érdekében egy vagy több nemkívánatos következményhez vezető – egy vagy több – potenciális út azonosítható. A kockázatelemzés általánosabb fogalma pedig úgy is meghatározható, mint a veszély elemzésének folyamata, és a veszélyből az emberre, az anyagi javakra, a környezetre vagy ezek kombinációjára jutó kockázat mértékének becslése.

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

A kockázatértékelés alapja a veszélyek és a veszélyhelyzetek azonosítása, módszere pedig az ezekből eredő kockázatok becslése – azzal a céllal, hogy magukat a veszélyeket, veszélyhelyzeteket szabályozzuk, elkerüljük, vagy összehasonlítsuk.

Az atomerőművek valószínűségi biztonsági elemzése az eseményalapú kockázatok meghatározására szolgál. Itt a hangsúly egy nem kívánatos esemény valószínűségén van; az esemény lehet akár természeti esemény, mint a földrengés, vagy akár a technológiai folyamat megsérüléséből következő esemény. Az ilyen típusú elemzések jellegzetesen legalább két szakaszból állnak, úgymint az esemény valószínűségének meghatározása és ezután a különböző következmények és azok valószínűségeinek meghatározása – beleértve a súlyosság fokozatait –, mely révén a kár megítélhető.

Az NBSZ meghatározása szerint a valószínűségi biztonsági elemzések készítésekor, a következmények (károk) három különböző szintjét lehet értékelni. Az első szint az aktív zóna sérülését tekinti következménynek. A második elemzési szinten pedig a radioaktivitás környezet felé történő kibocsátása (annak különböző kategóriái) a következmény. A kibocsátott aktivitás mértéke egy-egy esemény során számítható, így a következmény mértéke meghatározható, és ha szükséges, akár különböző súlyossági kategóriák szerint csoportosítható.

A harmadik elemzési szinten a következmény az atomerőmű környezetében élő lakosság egészségügyi hatásaiként (közvetlen vagy késői halálesetek, megbetegedések) valamint a környezet elszennyeződése és a védekezés vagy helyreállítás gazdasági következményeiként határozható meg. Az NBSZ a harmadik szintű elemzések elkészítésére jelenleg előírásokat nem tartalmaz.

Kockázat

A kockázatot az átalakítások biztonsági hatásainak elemzése szempontjából általában úgy lehet meghatározni, mint egy cselekvési változat, folyamat vagy esemény negatívan értékelt következményeinek teljes leírása, beleértve a következmények súlyának és bekövetkezésük valószínűségének megmutatását is. A kockázat itt tehát valamely az átalakítás során végrehajtani szükséges cselekvéssel, folyamattal vagy annak eredményeképpen kialakuló veszély, károsodás, ill. veszteség lehetősége.

Az NBSZ-ben található meghatározás szerint a kockázat annak esélye, hogy valamilyen kedvezőtlen dolog történik. Más megfogalmazásban pedig nem más, mint az adott időintervallumban vagy adott körülmények között kialakuló, meghatározott, nemkívánatos esemény bekövetkezési

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

valószínűsége. Az átalakítások kockázata tehát nem ítélné meg pusztán a nemkívánatos esemény valószínűsége alapján, mindig figyelembe kell venni az esemény hatását is. Súlyos következményekkel járó esemény esetében az igen kis bekövetkezési valószínűség mellett is nagy lehet a kockázat, ugyanakkor kisebb súlyú esetleg elhanyagolható mértékű következménnyel járó esemény akár nagy bekövetkezési valószínűség esetén sem jelent jelentős kockázatot.

Az NBSZ 3. kötete a 3.2.4.0600. és a 3.2.4.0900. pontokban határoz meg szemszerű kritériumokat az atomerőmű kockázatával szemben (Lásd részletesebben a 7.4 fejezetet!). Ez alapján tehát két következmény bekövetkezési gyakoriságára vonatkozóan van határérték. Az egyik az aktív zóna jelentős (akár megolvadásával járó) sérülése a másik pedig az aktív zóna és az utolsó védelmi gát a kontéمنت funkció együttes sérülése miatt kialakuló nagy radioaktív kibocsátás bekövetkezési gyakorisága.

Mind a két esetben az adott nemkívánatos esemény bekövetkezési (éves) gyakoriságára vonatkozik az előírás. Tekintve, hogy a megadott értékek igen alacsonyak (kisebkek, mint $1 \cdot 10^{-4}$ 1/év), így a megengedett éves bekövetkezési gyakoriság számértéke közelítőleg megegyezik az egy üzemévre megengedett bekövetkezési valószínűséggel. Az atomerőmű működése miatti, teljes üzemidőre jellemző bekövetkezési valószínűség pedig közelítőleg megegyezik az egy üzemévre jellemző bekövetkezési valószínűség és a teljes üzemidő szorzatával.

Amennyiben az atomerőmű élete során egyszer vagy többször jelentősebb kockázatcsökkentéseket (biztonságnövelő átalakításokat) hajtanak végre, akkor az eltérő kockázati szinten történő üzemelési időszakokat önállóan kell figyelembe venni.

A korlátozott bekövetkezési gyakoriságok meghatározása bizonytalansággal terhelt. Az NBSZ nem tartalmaz előírást arra nézve, hogy a számítással meghatározott bekövetkezési gyakoriságok milyen konfidencia mellett kell, hogy alatta maradjanak az előírt határértéknek, ezért célszerűen a számítási eredmények várható (legvalószínűbb) értékét kell a határértékkel összehasonlítani.

Az atomerőmű egy évnyi üzeme alatt különböző üzemállapotok és azokon belül különböző rendszerkonfigurációk alakulnak ki, ezért a kockázat, illetve az azt jellemző zónasérülési és nagy kibocsátási gyakoriságok értéke időben változó lehet. Ezeknek a gyakoriságoknak a meghatározását ezért üzemállapotonként kell meghatározni és az előírt valószínűségi kritériumokkal az üzemállapotok alapján az időben súlyozott átlagértékeket kell összehasonlítani.

Az atomerőmű teljes kockázatát több különböző kezdeti esemény, mint potenciális veszély alakítja. A jelenleg alkalmazott valószínűségi biztonsági elemzési módszerek a különböző kezdeti események miatti kockázatot többé-kevésbé összemérhető bizonytalansággal képesek meghatározni, ezért az eredő zónasérülési gyakoriságok és nagy kibocsátási gyakoriságok várható értékének meghatározásánál megengedett gyakorlat az egyes kezdeti eseményekre önállóan számított gyakoriságok (kockázati járulékok) összegzése.

Ez alól mindenképpen kivételt képeznek az igen ritka természeti eredetű veszélyek valamint a szándékos károkozás miatti veszélyek. Az ezekből eredő kockázat bizonytalanságának mértéke és jellege olyan nagymértékben különbözik a többi meghatározott és kezelt kockázati összetevőtől, hogy az azokkal való szimpla összegzés az eredmények jelentős torzításához vezetnek. Ezt felismerve az NBSZ 3. kötetének 3.2.4.0600. és a 3.2.4.0900. követelményei a földrengésekre és a szabotázs jellegű eseményekre nem is vonatkoznak.

7.2. A determinisztikus és a valószínűségi elemzések alkalmazása

Az átalakítások biztonsági hatásának elemzését az NBSZ előírásaival összhangban a normál üzem és az üzemzavari esetek együttes értékelésével kell elvégezni, az adott átalakítás biztonsági jelentőséges eszerint determinisztikus és valószínűségi biztonsági elemzési módszerek alkalmazásával. Amennyiben megbízható erőmű specifikus eseménylogikai modell is rendelkezésre áll, akkor az átalakítás kockázati hatásait kvantitatív módon is meg kell határozni.

7.2.1. Determinisztikus elemzések

A determinisztikus elemzések alkalmazásának meghatározó területe az üzemzavari események következményeinek értékelése. Az elemzések célját figyelembe véve az üzemzavari elemzések a következők szerint csoportosíthatók:

- tervezési elemzések,
- engedélyezési elemzések,
- üzemzavar-elhárítási utasítások és a blokk-szimulátorok ellenőrző elemzései,
- valószínűségi biztonsági elemzés eseménykombinációira vonatkozó sikerkritériumok meghatározása,

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- balesetkezelést és veszélyhelyzet-elhárítást támogató elemzések,
- üzemi események elemzése,
- megtörtént események részleteinek rekonstrukciója és potenciális következményeinek meghatározása,
- hatósági felülvizsgálati elemzések.

A tervezési és az engedélyezési üzemzavar elemzések azok, amelyek végrehajtására átalakítások esetén szükség lehet. Erre a két elemzéstípusra az NBSZ 3. kötetében szereplő összes tervezési követelmény lényegében változatlan módon érvényes. Az alábbiakban az ilyen üzemzavar-elemzésekre vonatkozó ajánlásokat adjuk meg.

Az átalakítások biztonsági hatásainak meghatározásához az összes elemezni vagy újraelemezni szükséges kezdeti eseményre meg kell határozni annak bekövetkezési gyakoriságát, majd az eredmények alapján el kell végezni a kezdeti események csoportosítását. A kezdeti események csoportosítására a 7.4. fejezet ad útmutatást.

Egy esemény-kategórián belüli azonos gyakoriságú kezdeti események közül elégséges a kategória összes elemét burkoló esetet vizsgálni, amelyről előre bizonyítható, hogy a legkedvezőtlenebb következményekkel jár összehasonlítva a csoportba tartozó többi kezdeti eseménnyel. A legkedvezőtlenebb esetek megválasztásánál az összes biztonságot befolyásoló következményt figyelembe kell venni, így előfordulhat, hogy egy-egy csoportban, a különböző következmények miatt más-más burkoló esetet kell vizsgálni. A tervezési üzemzavarok elemzése során különböző típusú számításokra különböző, az adott folyamatot legpontosabban leíró modelleket és azokat használó számítógépes programokat kell alkalmazni.

Minden esetben rögzíteni kell a vizsgált kiindulási üzemállapotot jellemző mennyiségeket. Be kell mutatni, hogy a vizsgált elfogadási kritériumok szempontjából a legkonzervatívabb érték került kiválasztásra. Amennyiben a különböző elemzési célok miatt egy-egy paraméter, más-más értékkel ad konzervatív eredményt, akkor az adott paraméter mindkét irányban felvett szélsőértékével is elvégzett elemzéseket is be kell mutatni.

Meg kell adni az elemzések során figyelembe vett rendszereket és azok működési körülményeit, mint a determinisztikus elemzés határfeltételeit. Értékelni kell a feltételezett kiindulási eseménynek a biztonságvédelmi rendszerek működőképességére gyakorolt hatását, valamint az összes feltételezett járulékos meghibásodást. Fel kell sorolni az összes automatikus védelmi működést, valamint meg kell adni a kiváltott beavatkozások konzervatíván meghatározott késleltetéseit. Ismertetni és indokolni kell az

esemény elemzése során figyelembe vett kezelői beavatkozásokat.

7.2.1.1. Konzervativizmus

Az átalakítások biztonsági hatásainak értékeléséhez az eredeti tervezési és engedélyezési elemzésekhez hasonló módon konzervatív elemzést javasolt végezni, realisztikusnak tekintett, validált elemzési módszerek és konzervatíván eltorzított kezdeti és peremfeltételek alkalmazásával.

Elégséges mértékű konzervativizmust eredményez az alábbi ajánlások szerint kialakított elemzési modell.

Kezdeti állapot rendszerparaméterei

Az üzemzavar elemzések kezdeti feltételeit – konzervatív módon – a normál üzemi állapotoknak az üzemeltetési feltételek és korlátok által limitált szélső értékeivel, járulékosan az egyes mennyiségek mért értékeinek bizonytalanságával kell figyelembe venni. Mivel az egyes állapotok kritikus paraméterei esetében az elemzési eredmények szempontjából a konzervatíván megválasztható szélső értékek nem mindig egyértelműek, ezért az elemzések lehetséges céljai, és az ellenőrizendő elfogadási kritériumok szerint az adott üzemzavar elemzését több különböző irányban szélsőségesen megválasztott paraméter variálásával is el kell végezni. Amennyiben több paraméter egyidejű konzervatív irányú beállítása inkonzisztens, vagy fizikailag nem megvalósítható állapotot eredményez, akkor célszerűen csak a végeredmény szempontjából meghatározó paramétereket javasolt konzervatíván felvenni, míg a többi paramétert konzisztens módon kell meghatározni.

Kezdeti események kombinációi

A független kezdeti események vagy külső hatások kombinációit nem kell figyelembe venni.

Kezelői beavatkozások

Konzervatív elemzés céljából, az üzemzavari folyamat kezdeti szakaszában általában nem vehetők figyelembe kezelői beavatkozások. Az üzemzavar elemzésekben, a folyamat későbbi szakaszában csak olyan kezelői beavatkozás vehető figyelembe, amely az írásos üzemzavar-elhárítási utasítások szerint történik és a beavatkozás végrehajtási időpontját konzervatíván kell meghatározni.

Egyszeres meghibásodások

Az elemzésekben figyelembe vehető rendszerkonfigurációkat az aktív rendszerek esetén az egyszeres meghibásodás elvével összhangban kell meghatározni. Az egyszeres meghibásodást annál a biztonsági funkciónál

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

kell figyelembe venni, amelynek az előzetes elemzések szerint a legnagyobb hatása van a vizsgált elfogadási kritérium szempontjából.

Külső villamos betáplálás

A külső villamos betáplálás elvesztését célszerű járulékos meghibásodásként figyelembe venni.

Védelmi rendszerek

Az egyszeresmeghibásodás-tűrően tervezett védelmi rendszerek működését a tervezési alap szerint lehet figyelembe venni, de a beavatkozások időpontját konzervatívan kell meghatározni. A reaktor leállító rendszerének feltételezett meghibásodása miatti következményeket konzervatívan az ATWS kezdeti események elemzésével kell értékelni.

Normál üzemi rendszerek

A biztonsági funkciót nem ellátó, aktív üzemi rendszerek és szabályzók működést csak azokban az esetekben lehet és kell figyelembe venni, ha üzemben maradásuk feltételezése kedvezőtlenebb eredményre vezet. A passzív üzemi rendszerek közül azok meghibásodását kell figyelembe venni, amelyek a kezdeti esemény közvetlen hatására sérülhetnek. A szabályzók téves működését a kezdeti események között kell vizsgálni.

7.2.1.2. Realisztikus elemzések

A konzervatív megközelítés mellett lehetőség nyílik az elfogadási kritériumok teljesítésének realisztikusabb módjára is realisztikus elemzési modellek alkalmazása, valamint a számítás kezdeti és peremfeltételeinek realisztikus felvétele mellett. Az ilyen módszer alkalmazásánál viszont meg kell határozni a számítási végeredmény bizonytalanságát, valamint biztosítani kell, hogy a bizonytalanságok figyelembevétele mellett az elfogadási kritériumok 95% valószínűséggel ne sérüljenek.

A számítási eredmények bizonytalanságának meghatározása, figyelembevétele nem egyértelmű. A bizonytalanság az előírás meghatározásaival összhangban két részre osztható. Egyik összetevője az elemzés céljára használt számítási modellek bizonytalanságából adódik, míg a másik összetevője az elemzés kezdeti állapotának, a folyamat során működő rendszerek állapotának bizonytalan ismeretéből vagy a különböző üzemállapotokon belüli „változékonyságából” származik. A bizonytalanság első említett összetevőjének numerikus meghatározása általában nem lehetséges, ezért erre egyfajta kvantitatív módszert alkalmazása szükséges, különböző integrális berendezéseken végrehajtott reprezentatív kísérleti eredmények összehasonlító értékelése segítségével. Ez a megközelítés

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

tehát azt jelenti, hogy az üzemzavar elemzések céljára csak olyan realisztikus modelleket, számítógépes kódokat lehet használni, melyeket az összes releváns folyamatra kísérleti úton validáltak.

A kezdeti és peremfeltételek miatti bizonytalanság figyelembevétele néhány konkrét, konzervatív feltétel alkalmazása mellett lehetséges az elemzés inputparamétereinek általában megfelelően ismert bemenő bizonytalanságának statisztikai kombinálásával.

7.2.1.3. Az eredmények dokumentálása, értékelése

Az átalakítások biztonsági hatásainak értékelése keretében elemzett minden kezdeti eseményre az alábbi szempontok szerint külön értékelni és dokumentálni kell az eredményt.

A kezdeti esemény értékelése

Mindegyik elemzett eseményre meg kell határozni, hogy milyen folyamatok, jelenségek vezethetnek az adott kezdeti eseményre. Meg kell becsülni ezek valószínűségét, és meg kell határozni az adott kezdeti esemény összesített gyakoriságát. A gyakoriság értéke alapján el kell végezni a kezdeti esemény kategorizálását várható üzemi tranziensre, illetve feltételezett üzemzavarra.

Az elemzett eseménylánc

Meg kell adni az elemzett esemény során fellépő működések és beavatkozások kronológiai sorrendjét. Indokolni kell az elemzés határfeltételei között megfogalmazott rendszerkonfigurációt. Ismertetni kell a figyelembe vett járulékos meghibásodások hatását. Bizonyítani kell, hogy az esemény következményeinek elhárítására csak olyan rendszer működését vették figyelembe, amelyeket a biztonságvédelmi rendszerekre előírt tervezési követelmények szerint terveztek. Bizonyítani kell, hogy az elemzett rendszerkonfiguráció az egyszeres meghibásodási elv figyelembevételével volt meghatározva.

Az aktívzóna és a rendszerek viselkedése

Részletes grafikus információt kell közölni az aktív zóna és az egyéb rendszerek üzemzavarok közbeni viselkedését bemutató paraméterek időbeli változásairól. Külön ki kell emelni azokat a paramétereket, melyeknek az elfogadási kritériumok ellenőrzésében van szerepe. Értékelni kell a különböző határértékekig vett biztonsági tartalékok nagyságát. A következő felsorolás a grafikusán bemutatandó mennyiségekre ad példát:

- neutronteljesítmény,
- reaktor hőteljesítménye,

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- átlagos és maximális hőfluxusok,
- reaktor-hűtőkör nyomása,
- hőtechnikai megbízhatóság (forráskrízisig vagy kritikus teljesítménysűrűségig vett tartalékok),
- aktív zóna és hűtőhurkok forgalmai,
- hűtőközeg-jellemzők (aktív zóna be- és kilépő hőmérsékletek, gőztartalmak, forrócsatorna-hőmérsékletek),
- üzemanyag-hőmérsékletek (maximális üzemanyag- és burkolathőmérséklet),
- reaktor-hűtőközeg mennyisége,
- gőzrendszeri paraméterek (gőzáram, nyomás, tápvíz mennyiség, gőzfejlesztő szint),
- üzemzavari betáplálások mennyisége,
- kiömlési mennyiségek (gőz- és vízfázisban).

A grafikus ábrák mellett elégséges információt kell adni a paraméterváltozások okainak megértéséhez. Minden, csak az adott rendszerre jellemző specifikus jelenséget külön magyarázni szükséges.

A gátak épségének értékelése

Részletesen értékelni kell a radioaktivitás kikerülését megakadályozó gátak épségét. Az üzemanyag-burkolattal kapcsolatos értékelést az előző pont eredményei alapján kell megadni. A reaktor hűtőkörének épségét a kezdeti esemény és reaktorrendszer nyomásának együttes értékelésével kell vizsgálni. Ismertetni kell azokat a speciális elemzéseket, amelyek a rendszer nyomásának konzervatív módon történő meghatározására készültek.

Amennyiben az átalakítás biztonsági hatásai értékeléséhez vizsgálni kell a reaktortartály túlhűtésével járó üzemzavarokat is (PTS), akkor be kell mutatni a konzervatív elemzések során meghatározott feszültségeket, valamint a tartályfalban feltételezett repedések feszültségintenzitásait. Az elfogadási kritériumokat az anyagtulajdonságok és törési szívósság alapján kell megállapítani.

Radiológiai következmények

Amennyiben egy adott kezdeti eseménynek radiológiai következményei vannak, akkor annak értékelését meg kell adni.

Be kell mutatni a hermetikus térből, konténmentből kijutó radioaktív izotópok aktivitáskoncentrációját. Ismertetni kell az üzemi helyiségekre,

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

vezénylőkre elvégzett terjedésszámítások eredményeit. Értékelni kell a kialakuló aktivitáskoncentrációkat a szellőző rendszerek különböző, lehetséges üzemmódjait figyelembe véve és meg kell határozni a kezelőket érő dózisterheléseket. Az eredmények alapján be kell mutatni, hogy az egyes üzemzavarok során feltételezett kezelői beavatkozások megvalósíthatók, illetve meg kell határozni a szükséges védő intézkedések körét.

Be kell mutatni az egyes üzemzavarok következtében, a környezetben élő lakosság legveszélyeztetettebb csoportjára az egészséget és a pajzsmirigy dózisokat. Értékelni kell az elfogadási kritériumokig meglévő tartalékokat.

7.2.2. Valószínűségi biztonsági elemzések

Összhangban a tervezett átalakítás biztonsági jelentőségével, valószínűségi biztonsági elemzésekkel kell meghatározni az átalakítás hatására megváltozó eredő kockázatot és azonosítani a legnagyobb kockázati járulékkal rendelkező összetevőket.

A valószínűségi biztonsági elemzés alkalmazásának minimális előfeltétele, hogy részletes, erőmű-specifikus, ellenőrzött és az aktuális állapotra érvényes eseménylogikai modell álljon rendelkezésre. Az átalakítások biztonsági hatásai teljes körűen akkor ítéltelők meg, ha a belső eseményeken túl, a domináns kockázati járulékkal rendelkező külső eseményeket is figyelembe veszi a modell.

Az elemzés készítőjének figyelembe kell vennie, hogy az átalakítás több különböző üzemállapot esetében (üzemállapotonként eltérő mértékben) hathat a kockázatra, ezért olyan eseménylogikai modellt kell alkalmazni, amely az összes releváns üzemállapotra érvényes.

A valószínűségi biztonsági elemzés első lépéseként egy kvalitatív vizsgálattal ki kell jelölni, a javasolt átalakítás lehetséges, feltételezhető kockázati hatásait. Vizsgálni kell, hogy az eseménylogikai modell megfelelő mértékben és elegendően realiztikus módon tartalmazza-e azokat a rendszereket, hibamódokat és lehetséges következményeket, amelyeken keresztül az átalakítás hatást gyakorolhat a biztonságra.

Amennyiben a javasolt átalakítás kezelési utasítás, üzemeltetési szabály vagy esetleg üzemeltetői képzéssel kapcsolatos, akkor külön vizsgálni kell, hogy az elemzés céljára alkalmazott eseménylogikai modell megfelelő részletességgel tartalmazza-e az érintett kezelői beavatkozásokat. A valószínűségi biztonsági elemzés eredménye alapján meghozott döntéseknek a valószínűségi biztonsági elemzés eredményeként előálló, összes jelentősebb (az eredő kockázatot legalább 1%-ban meghatározó)

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

kockázati hozzájárulással rendelkező eseménylánc és a jellemző fontossági tényezők értékelésén kell alapulnia. Ezzel kell biztosítani, hogy a kockázatra gyakorolt különböző hatások mindegyike figyelembevételre kerül, nem csak az az egy, amely esetleg éppen motiválta az átalakítás végrehajtását.

A valószínűségi biztonsági elemzések készítésére, az eredmények bemutatására vonatkozóan a 3.11. számú OAH útmutató (valószínűségi biztonsági elemzés) tartalmaz olyan részletes ajánlásokat, melyeket az átalakítások biztonsági hatásainak valószínűségi alapú értékelésénél mindenképpen figyelembe kell venni.

A valószínűségi biztonsági elemzést mindazokra az üzemállapotokra el kell végezni, amelyekben az átalakításnak hatása van. A figyelembe vett üzemállapotok kiválasztásának indoklását és jellemzőit meg kell adni.

Ki kell jelölni, kezdeti eseményenként a megvalósítandó biztonsági funkciókat. A funkcióknak rendszerekkel történő összerendezést táblázatos formában rögzíteni kell. Meg kell adni a rendszerek és segédrendszereik közötti függőségi mátrixokat.

Ismertetni kell az összefüggő hibák elemzésére kiválasztott módszert. Indokolni kell annak megfelelőségét.

Be kell mutatni az emberi megbízhatóság meghatározásának módját. Értékelni kell a kezelői megbízhatóságot meghatározó működési, eljárási és függőségi feltételeket.

Ismertetni kell a zónasérüléshez vezető eseményláncok gyakoriságának meghatározására készített meghibásodás logikai modell (esemény- és hibafák) felépítését, az átalakítás modellezése miatt szükségessé vált változtatásokat.

Ismertetni kell az adatok feldolgozására, a logikai modellezésre valamint az eseményláncok gyakoriságainak meghatározására használt számítógépi programokat. Meg kell adni a programok referenciáit. Bizonyítani kell a programok alkalmazhatóságát, ismertetni kell a programok fejlesztése során végrehajtott verifikációs ellenőrzéseket.

Meg kell határozni a zónakárosodáshoz vezető eseményláncok összegzett gyakoriságát, valamint annak legjelentősebb összetevőit.

Meg kell határozni a zónakárosodáshoz vezető eseményláncok összegzett gyakoriságát, valamint annak legjelentősebb összetevőit. Értékelni kell a konstrukció kockázat szempontú kiegyenlítetttségének esetleges változásait.

Ismertetni kell a különböző eseményláncok alapján meghatározott zónasérülési végállapotokat és gyakoriságukat, az átalakítás hatására

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

fellépő változás mértékét. A különböző gyakoriságú állapotokra meg kell határozni a hermetikus téren keresztül történő kibocsátás mértékét, amennyiben ilyen változást eredményez az átalakítás.

Meg kell határozni a jellemző kibocsátási kategóriákat és azok kockázati következményeit (korai és késői halálozási gyakoriság).

Minden esetben vizsgálni és értékelni kell a valószínűségi biztonsági elemzés módszereiben, az alkalmazott eseménylogikai modellekben és a számítási eredményekben rejlő bizonytalanságokat. Amennyiben a bizonytalanságok mértéke jelentős és befolyásolhatja az átalakítás megvalósíthatóságát, akkor járulékos vizsgálatokkal azt csökkenteni szükséges.

7.3. Az átalakítás biztonsági hatásának elfogadhatósága

Az NBSZ-ek alapján az átalakítás a biztonságot nem csökkentheti.

Az átalakítások végrehajtása a létesítmény nukleáris biztonságát akkor nem csökkenti a végrehajtás során vagy annak következményeként, ha a megfelelő üzemállapotok fenntartása, az üzemzavarok bekövetkezésének megelőzése és az üzemzavarok enyhítése továbbra is megvalósítható úgy, hogy az atomerőmű veszélyeztetésének mértéke az NBSZ 3. kötetében előírt követelmények által meghatározott kockázati szint alatt marad. Az NBSZ 3. kötet előírásai minden esetben megfeleltethetők a társadalmilag, a hatóságilag és nemzetközileg elfogadott kockázati szintnek.

Ennek értelmében, önmagában nem minősül a biztonság csökkentésének, ha a biztonságot jellemző paraméter tekintetében csökkennek – az NBSZ követelmények által meghatározott kockázati szinttel összhangban – a megengedett elfogadási kritériumig vett tartalékok. Az egyes átalakítások biztonsági hatásainak megítélésekor természetesen mindenképpen elemezni és értékelni kell a tartalékok megváltozásának mértékét, és igazolni kell, hogy a vonatkozó elfogadási kritériumok teljesülnek.

Egy-egy átalakítás megengedhetőségének vizsgálata során az alábbi öt alapelv megvalósulását minden esetben értékelni kell:

- 1) a tervezett átalakítás feleljen meg a nukleáris biztonsági követelményeknek,
- 2) legyen meg az összhang a mélységében tagolt védekezés elvével,
- 3) az átalakítást követően is elégséges biztonsági tartalékok maradjanak a bizonytalanságok kompenzálására,
- 4) amennyiben az átalakítás kockázatnövekedéssel jár, az legyen

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

elegendően alacsony (a kockázat növekedése alapvetően a legkisebb mértékben sem kívánatos),

- 5) az átalakítás hatása és eredménye legyen követhető a különböző hatékonyság és teljesítőképesség monitorozási technikákkal.

Az átalakítás akkor van összhangban a mélységében tagolt védekezés elvével, ha az eredeti alapvető tervezési elvek nem sérülnek, a tervezési alapon feltételezett üzemzavarok során a megfelelő védekezés folyamatosan biztosítható. Ehhez az alábbiak teljesülése szükséges:

- megfelelő egyensúlyt kell tartani a zónasérülés, a konténment sérülés megelőzése és a következménycsökkentés között,
- a tervezés esetleges műszaki hiányosságai indokolatlanul, vagy túlzott mértékben nem helyettesíthetők adminisztratív intézkedésekkel,
- a rendszerfunkciók ellátását biztosító specifikus tervezési megoldások (redundancia, függetlenség és diverzitás) továbbra is összhangban maradnak a rendszerek meghibásodási gyakoriságával, illetve a meghibásodások következményeivel,
- a közös okú meghibásodási lehetőségek elleni védelem fennmarad, új közös okú meghibásodási lehetőség nem alakul ki,
- a fizikai gátak közötti függetlenség mértéke nem sérül,
- az emberi hibák lehetősége nem nő,
- az NBSZ 3. kötetében rögzített, a különböző rendszerek tervezésére vonatkozó általános elvek megvalósulnak.

Az átalakítások engedélyeztetettségének másik fontos alapelve az elégséges biztonsági tartalékok fennmaradásának igazolása. Ehhez a következők szükségesek:

- a hatóság által elfogadott tervezési szabványok, kódok előírásainak teljesülése,
- a VBJ-ben dokumentált biztonsági elemzések elfogadási kritériumainak teljesülése.

A nemzetközi ajánlások figyelembevételével az átalakítások kockázati hatásai a zónasérülési gyakoriság és a nagy radioaktív kibocsátások szempontjából elfogadhatóak, amennyiben az NBSZ 3. kötetben meghatározott kritériumok teljesítése mellett:

- az átalakítás hatására az éves átlagos zónasérülési gyakoriság csökken vagy növekedése kisebb, mint 10^{-5} 1/év;

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

- ha az átalakítás hatására a nagy radioaktív kibocsátás éves átlagos gyakorisága csökken vagy növekedése kisebb, mint 10^{-6} /év, feltéve, hogy a radioaktív kibocsátás gyakorisága kisebb, mint 10^{-5} 1/év.
- ha a nagy radioaktív kibocsátás gyakorisága nagyobb 10^{-5} 1/év-nél, akkor az átalakítás nem hajtható végre,

A fentiekhez a kockázatjellemezők átlagértékeit időben átlagolt paraméterekkel, az egyes változók várható értékéből kell számítani. A várható értékek szórásának és eloszlásának meghatározására véletlen mintavételezést kell alkalmazni.

Amennyiben a módosítás az ÜFK által meghatározott üzemképtelenségi időkre vonatkozik, akkor az átalakítás akkor fogadható el, ha annak hatására:

- a feltételes zónasérülési valószínűség növekmény kisebb, mint $5,0 \cdot 10^{-7}$, és
- a feltételes nagy radioaktív kibocsátási valószínűség növekmény kisebb, mint $5,0 \cdot 10^{-8}$.

A kockázati szempontok érvényesítése során a felhasznált valószínűségi biztonsági elemzéseknek teljes körű (belső és külső kezdeti eseményekre, névleges teljesítményű és leállási üzemiállapotokra vonatkozó) 2. szintű elemzéseknek kell lenniük.

7.4. Elfogadási kritériumok

Az atomerőművek tervezési alapjában szereplő kezdeti eseményeket a biztonsági funkciókat érintő átalakítások biztonsági hatásainak értékelésénél a bekövetkezési gyakoriság és a következmények mértéke szerint kell vizsgálni.

Az átalakítások biztonsági hatásainak megítéléséhez készített üzemzavar-elemzések során ún. elfogadási kritériumokat kell használni annak eldöntésére, hogy az elemzés eredménye szerint az adott üzemzavar következményeinek súlyossága meghaladja-e az adott típusú üzemzavarral kapcsolatos követelmények szerinti határértékeket. Más, szigorúbb elfogadási kritériumok vonatkoznak a gyakoribb várható üzemi eseményekre, mint a ritkább és így csak feltételezett üzemzavarokra vagy tervezésen túli esetekre. Ez, vagy bármilyen másik felosztás abból az alapelvből indul ki, hogy a bekövetkező események következményeinek súlyossága fordítottan legyen arányos azok gyakoriságával. Így a különböző gyakoriságú kategóriákhoz eltérő elfogadási kritériumok tartoznak.

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

Az NBSZ követelmények értelmezése és értékelése alapján az alábbi ajánlások adhatók az egyes kezdeti eseménykategóriák és a kapcsolódó dózis vagy kibocsátási határértékek meghatározásához.

A tervezési üzemzavarokon túl figyelembe kell venni a kiterjesztett tervezési alapba tartozó eseményeket is. Az ilyen, jellemzően ritka, többszörös meghibásodások feltételezésével kialakuló komplex eseményláncokra mind az elemzési konzervativizmus, mind az elfogadási kritériumok enyhébbek lehetnek, tekintve, hogy a vizsgálatuk elsősorban a megfelelő üzemzavar-elhárítási vagy következménycsökkentési intézkedések meghatározását szolgálja.

A mélységben tagolt védelem elve szerint az elfogadási kritériumoknak is bizonyos szintjeit lehet meghatározni. A különböző szinteken alkalmazott elfogadási kritériumok biztosítják az egyes fizikai gátak védelmét. Ezzel megvalósítható az elfogadási kritériumoknak a radiológiai kritériumoktól való szétkapcsolása.

A szétkapcsolás eredményeképpen a radioaktív kibocsátásra és dózisokra vonatkozó kritériumokon túlmutatóan, az NBSZ 3. kötetének követelményeivel összhangban, azokból levezethető módon az alábbiakra vonatkozó elfogadási kritériumokat célszerű figyelembe venni:

- fűtőelem-integritás, fűtőelem-sérülés,
- aktív zóna hűthetősége, az üzemzavari hűtőrendszerek teljesítőképessége,
- a konténment integritása.

A tervezési üzemzavar-elemzések elfogadási kritériumait a 2. táblázat figyelembevételével javasolt meghatározni.

A táblázat érzékelteti, hogy a különböző kezdeti eseményekre vonatkozó elsődleges elfogadási kritériumok, az atomerőművek tervezésénél megfogalmazott alapvető biztonsági és sugárvédelmi célkitűzéseknek megfelelően, a radiológiai következményekre vonatkoznak.

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

Kezdeti esemény gyakoriság [1/év]	Jellemző		Elnevezés	Elfogadási kritériumok
$>10^{-2}$	A blokk üzemideje alatt várható	Várható	Várható Üzemi esemény (TA2)	Nincs radiológiai következmény (nincs üzemanyag-sérülés)
$10^{-5} - 10^{-2}$	Az üzemanyag nem olvad meg	Kis valószínűségű	Tervezési üzemzavar, Feltételezett üzemzavar (TA4)	A telephelyen kívül nincs radiológiai következmény
$10^{-6} - 10^{-5}$	Komplex esemény és üzemanyag-olvadás lehetséges	Valószínűtlen	Tervezési alap kiterjesztések (TAK1, TAK2)	Korlátozott radiológiai következmények
$<10^{-6}$	Hipotetikus	Teljesen valószínűtlen	(Súlyos) balesetek	Baleset elhárítási intézkedéseket igénylő radiológiai következmények

2. táblázat. Az üzemzavari, baleseti események csoportosítása

Az elfogadási kritériumok előzőekben említett szétkapcsolása alapulhat azon, hogy az adott gát sérülését okozó jelenséget helyettesítik valamilyen más olyan jelenséggel, amelyről előre lehet látni, hogy értékelése konzervatív eredményre vezet. További lehetőség, hogy az adott gát sérülését jelentő valamely paramétert helyettesítik egy másik jelentősen szigorúbb paraméterrel. Mindezekkel a konzervatívan választott helyettesítő megfontolásokkal biztosítják a gátak sérülési határértékeiben illetve a terheléseket jelentő folyamatok meghatározásában rejlő bizonytalanság figyelembevételét is.

Az üzemzavari és baleseti elemzések elfogadási kritériumaira vonatkozó követelményeket az NBSZ 3. kötet 2.4. fejezete tartalmazza. Az útmutató 7.4. fejezete a következőkben az előírások értelmezését, a teljesítés javasolt

módját ismerteti.

3.2.4.0100. „A TA2-4 üzemállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatokra bizonyítani kell, hogy a lakosság vonatkoztatási csoportjának dózisa nem haladja meg:

a) TA2 üzemállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatnál a dózismegszorítás értékét és

b) a TA4 üzemállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatoknál az 5 mSv/esemény értéket.”

Bármely tervezett átalakítás estén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a tervezési alapba tartozó üzemzavarok egyike sem vezet a meghatározottnál nagyobb dózisterhelésre a lakosság kritikus csoportjánál. Az átalakítások biztonsági hatásainak elemzésekor nem szükséges a lakossági dózisterheléseket meghatározni, ha egyéb módon igazolható, hogy a környezetbe történő kibocsátás mértéke és jellege az átalakítás hatására a tervezési üzemzavarok egyikénél sem nő a korábban elemzett és a Végleges Biztonsági Jelentésben dokumentált értéknél nagyobbra.

3.2.4.0200. „TA2 üzemállapotot eredményező kezdeti események nem okozhatnak 1 mSv/esemény értéket meghaladó dózist az atomerőmű ellenőrzött zónáján kívül, az atomerőmű emberi tartózkodásra engedélyezett üzemi területein.”

Bármely tervezett átalakítás estén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a tervezési alapba tartozó üzemzavarok egyike sem vezet a meghatározottnál nagyobb dózisterhelésre az erőmű személyzeténél. Az átalakítások biztonsági hatásainak elemzésekor nem szükséges a személyzet dózisterhelését meghatározni, ha egyéb módon igazolható, hogy a kibocsátás mértéke és jellege az átalakítás hatására a tervezési üzemzavarok egyikénél sem nő a korábban elemzett és a Végleges Biztonsági Jelentésben dokumentált értéknél nagyobbra. A személyzetre vonatkozó dóziskorlátok az üzemi terület különböző kategóriákba sorolt térrészeire önálló szabályozás tartalmazza.

3.2.4.0300. „TA4 üzemállapotot eredményező kezdeti események nem okozhatnak 10 mSv effektív dózisértéket vagy 100 mGy pajzsmirigy dózisértéket meghaladó dózist az atomerőmű ellenőrzött zónáján kívül, az atomerőmű emberi tartózkodásra engedélyezett üzemi területein.”

3.2.4.0400. „A TA2 üzemállapotot eredményező kezdeti események az atomerőmű ellenőrzött zónájában csak olyan mértékű és jellegű radioaktív szennyeződést okozhatnak, amelyek az üzemszerűen alkalmazott módszerekkel,

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

rendszerekkel és rendszerelemekkel kezelhetők és eltávolíthatók.”

Bármely tervezett átalakítás estén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a tervezési alapba tartozó üzemzavarok közül a nagyobb gyakoriságú várható üzemi események egyike sem eredményez olyan mértékű radioaktív szennyezést az üzemi területen és azon belül az ellenőrzött zónában, amely üzemszerű módszerekkel ne lenne eltávolítható.

3.2.4.0500. „A TA2-4 üzemállapotot eredményező kezdeti események - az egyszeres meghibásodás feltételezése mellett, további független hiba feltételezése nélkül - nem idézhetnek elő olyan következményt, amely sérti az adott üzemállapotra előírt biztonsági kritériumokat.”

A 3.2.4.0100 pont szerinti kritériumok teljesülését a tervezési alapba tartozó üzemzavarok esetére minden esetben egyszeres meghibásodás feltételezése mellett kell teljesíteni. Az egyszeres meghibásodást a következmények szempontjából meghatározó összes biztonsági funkcióra (egyenként) fel kell tételezni. Számításos elemzést csak azokra az esetekre kell végezni, ahol az egyszeres meghibásodás feltételezése az adott funkció teljesítőképességét (pl. betáplálás vagy lefúvatás mennyisége) befolyásolja.

3.2.4.0600. „Valamennyi tervezett üzemállapot és feltételezett kezdeti esemény figyelembevételével - a szabotázst kivéve - a zónasérülési gyakoriság nem haladja meg a 10^{-4} /év értéket.”

Bármely tervezett átalakítás estén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a számított zónasérülési gyakoriság várható értéke nem haladja meg a 10^{-4} 1/év értéket. A bizonyítás célszerű eszköze a 3.11. számú útmutató ajánlásai szerint elkészített, az átalakítást megelőző és az azt követő állapotra egyaránt aktualizált eseménylogikai modell segítségével végrehajtott számítás.

Ilyen számítás elvégzése nem szükséges olyan átalakítások esetére, ahol a rendszer megbízhatósági elemzés kvantitatív vagy kvalitatív eredményei és egyéb megfontolások segítségével kizárható, hogy a zónasérülési gyakoriság számított várható értéke az átalakítást követően növekedne.

A 3.2.4.0900. pont szerint a nagy vagy korai radioaktív kibocsátásra vezető, 2-es szintű valószínűségi biztonsági elemzéssel meghatározott végállapotok összegzett gyakorisága nem haladhatja meg a 10^{-5} 1/év értéket „*de minden ésszerű átalakítás, beavatkozás alkalmazásával közelíteni kell a 10^{-6} /év értékhez*”.

Az olyan kezdeti eseményeket, amelyek a 3.2.2.3200. ponttal összefüggésben nem tekinthetők a tervezési alap részének, de gyakoriságuk alapján jelentős mértékben (határérték fölé) növelnék a nagy kibocsátással

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

járó végállapotok gyakoriságát, a kiterjesztett tervezési alap részének kell tekinteni. A kiterjesztett tervezési alapba tartozó események kibocsátásainak meghatározása a tervezési üzemzavaroktól eltérő módon nem igényel konzervatív megközelítést, járulékos meghibásodások feltételezése nélkül, a legjobb becslés elvének alkalmazásával történhet.

A bizonyítás célszerű eszköze a 3.11. számú útmutató ajánlásai szerint elkészített, az átalakítást megelőző és az azt követő állapotra egyaránt aktualizált eseménylogikai modell segítségével végrehajtott 2-es szintű valószínűségi biztonsági elemzés.

A számítás elvégzése nem szükséges olyan átalakítások esetére, ahol az 1. szintű valószínűségi biztonsági elemzés eredményei és egyéb megfontolások segítségével kizárható, hogy a nagy kibocsátásra vezető, végállapotok összegzett gyakoriságának számított várható értéke az átalakítást követően növekedne.

3.2.4.1000. „A tervezésnek determinisztikus biztonsági elemzésekkel kell igazolni, hogy a TA2 üzemállapotot eredményező kezdeti események egyszeres hiba feltételezése mellett nem vezetnek egyetlen gát funkciójának elvesztéséhez sem.”

3.2.4.1100. „A reaktortartály ridegtöréssel szembeni integritását olyan módon kell biztosítani, hogy a tartály kritikus elemeiben a feszültségintenzitási tényező sehol sem haladhatja meg a kialakult hőmérséklethez tartozó törési szívósságot - azaz a szerkezetben levő anyagfolytonossági hiányok nem növekedhetnek a TA2-4 üzemállapotot eredményező események során.”

A 3.2.4.0100. pont a tervezési alapba tartozó üzemi eseményekre kritériumot ír elő a dózisterhelésre. A 3.2.4.1000. pont külön előírja, hogy az ilyen esetekre igazolni kell, hogy az üzemi eseményekhez vezető feltételezett kezdeti események az aktivitás kikerülésével szembeni gátak egyikének sem eredményezhetik a sérülését. Ennek teljesítése – dózisszámítások nélkül is – biztosítja, hogy az ilyen események során a kibocsátás mértéke nem haladja meg a normál üzem során megengedett mértéket.

3.2.4.1200. „TA2-4 üzemállapotot eredményező kezdeti eseményeket követően a reaktivitásra ható szabályozó és biztonságvédelmi szerkezetek, a fűtőelemkötegek, valamint az atomreaktor szerkezeti elemei nem sérülhetnek, deformálódhatnak oly mértékben, hogy ezáltal a szabályozó és biztonságvédelmi szerkezeteknek a hasadási láncreakció leállítására irányuló mozgása lehetetlenné váljon.”

Bármely tervezett átalakítás estén bizonyítani kell, hogy az átalakítás

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

végrehajtását követően a tervezési alapba tartozó üzemzavarok egyike sem eredményez a reaktivitás-szabályozó és biztonságvédelmi rendszer szerkezeti elemeinél olyan mértékű hő- vagy mechanikai terhelést, amelyek a biztonságvédelmi funkció ellátását megakadályozhatnák. Az átalakítások biztonsági hatásainak elemzésekor nem szükséges a reaktivitás-szabályozó és biztonságvédelmi szerkezeti elemeinek hő- vagy mechanikai terhelését konkrétan meghatározni, ha egyéb módon belátható, hogy az nem nagyobb, mint az adott rendszer tervezési alapjában figyelembe vett terhelés.

3.2.4.1300. „TA2-4 üzemállapotot eredményező kezdeti eseményeket követően a fűtőelemkötegeknek, az atomreaktor primer körének és az ahhoz kapcsolódó rendszereknek olyan állapotban kell maradniuk, hogy a besugárzott nukleáris üzemanyag rövid és hosszú távú hűtése és kezelhetősége biztosítható legyen, továbbá a hő elvonásához szükséges rendszerek rövid és hosszú távon képesek legyenek feladatuk ellátására.”

A 3.2.4.0100 pontban található dóziskritériumok a hosszú távú folyamatokat is figyelembe véve csak úgy tarthatók be nagy biztonsággal, ha a tervezési üzemzavari folyamatokat követően, az üzemanyag visszahűlt állapotában a hőelvonás biztosítható. Bármely tervezett átalakítás esetén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a hő elvonásához szükséges rendszerek rövid és hosszú távú teljesítőképessége megfelelő mértékű marad.

3.2.4.1400. „A TA2 üzemállapotot eredményező eseményekre a tervezés során meg kell határozni a fűtőelem-pálca sértetlenségének megőrzését biztosító kritériumokat, a nukleáris üzemanyag hőmérsékletére, a kritikus hőfluxusra és a burkolat hőmérsékletére vonatkozó határértékek formájában. A TA4 tervezési üzemzavarokra a hosszú távú hűthetőség és kezelhetőség követelményének teljesítése érdekében meg kell határozni a fűtőelem-sérülés megengedhető maximális mértékét és jellegét.”

Bármely tervezett átalakítás esetén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a várható üzemi események során az adott üzemanyagtípusra meghatározott és a VBJ-ben rögzített, a fűtőelem-pálca sértetlenségének megőrzését biztosító kritériumok továbbra is teljesülnek. Igazolni kell, hogy továbbra is betartható a tervezési üzemzavarokra – a hűthetőség biztosítása, valamint a kibocsátási kritériumok betarthatósága alapján meghatározott – megengedhető maximális mértékű és jellegű fűtőelem-sérülési határérték.

3.2.4.1500. „A radioaktív kibocsátásokat visszatartó vagy korlátozó fizikai gát funkciót ellátó rendszerek és rendszerelemek a biztonsági funkció ellátása

Atomerőművi átalakítások biztonsági hatásának elemzése üzemelő atomerőművekben

érdekében teljes élettartamuk során a maximális nyomására, maximális és minimális hőmérsékletére, a termikus és nyomástranziensekre, a degradációra valamint a megadott hőmérsékleti tartomány függvényében a feszültségekre vonatkozóan kritériumokat kell meghatározni.

Bármely tervezett átalakítás estén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a fővízkör tervezési alapjából származtatható és a VBJ-ben dokumentált maximális nyomásra, a maximális hőmérsékletre, a termikus és nyomástranziensekre és a feszültségekre vonatkozó kritériumok betarthatók.

Bármely tervezett átalakítás estén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a szekunderkör tervezési alapjából származtatható, a VBJ-ben dokumentált maximális nyomásra, a maximális hőmérsékletre, a termikus és nyomástranziensekre és a feszültségekre vonatkozó kritériumok betarthatók.

3.2.4.1600. „A nukleáris biztonsági követelmények kielégítése érdekében a konténment teljes élettartama során a hőmérsékletére, nyomására és a szivárgás mértékére kritériumokat kell megállapítani.”

Bármely tervezett átalakítás estén bizonyítani kell, hogy az átalakítás végrehajtását követően a konténment tervezési alapjából származtatható, a VBJ-ben dokumentált nyomásra, a hőmérsékletre, és a szivárgás mértékére vonatkozó kritériumok betarthatók.

3.2.2.5500. „A tervezés során az operátori beavatkozások, a biztonságos üzemeltetéshez szükséges külső szolgáltatások, külső villamos betáplálás és a végső hőelnyelő tekintetében autonómia követelményeket kell meghatározni.”

Ha egy átalakítás hatására megváltozhat valamely a tervezési üzemzavarok elemzésénél feltételezett külső szolgáltatási igény (pl. külső személyzet, tűzoltóság, eszközigeny, üzemanyag stb.), a külső villamos betáplálástól való függőség vagy a végső hőelnyelőhöz való kapcsolódás feltételei, akkor bizonyítani kell, hogy e változások nem csökkentik a blokk biztonságát.