



N3a.35. sz. útmutató

Új atomerőmű tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

Verzió száma:

2.

(Új, műszakilag változatlan kiadás)

2019. július

Kiadta:

Fichtinger Gyula
az OAH főigazgatója
Budapest, 2019

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 kormányzati igazgatási szerv, kormányzati főhivatal. 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 és védett alkalmazásával, így a nukleáris és radioaktív hulladék-tároló létesítmények, nukleáris és más radioaktív anyagok biztonságával, nukleárisveszélyhelyzet-kezeléssel, nukleáris védelemmel 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 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 alkalmazása esetén a szóban forgó tevékenységekhez kapcsolódó szállítást és a radioaktív hulladék kezelését, míg ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések esetén azok üzemeltetését és karbantartását.

Az OAH a jogszabályi követelmények teljesítésének módját az atomenergia alkalmazóival egyeztetett módon, világos és egyértelmű ajánlásokat tartalmazó útmutatókban fejt ki, azokat az érintettekhez eljuttatja, és a társadalom minden tagja számára hozzáférhetővé teszi. Az atomenergia alkalmazásához kapcsolódó követelmények teljesítésének módjára vonatkozó útmutatókat az OAH főigazgatója adja ki.

Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja! 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 | 7 |
| 1.1. Az útmutató tárgya és célja | 7 |
| 1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások | 7 |
| 1.3. A gépészeti alapelvek terjedelme | 7 |
| 2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK | 9 |
| 2.1. Meghatározások | 9 |
| 2.2. Rövidítések | 9 |
| 3. ÁLTALÁNOS TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEK | 11 |
| 3.1. A mélységben tagolt védelem elvének alkalmazása | 11 |
| 3.2. Egyéb általános tervezési követelmények | 14 |
| 4. A BIZTONSÁGRA VALÓ TERVEZÉS ALAPJA | 24 |
| 4.1. Az atomerőmű állapotának és eseményeinek kategorizálása | 24 |
| 4.2. Biztonsági osztályba sorolás | 26 |
| 4.3. Az atomerőmű tervezési alapja | 28 |
| 4.4. A tervezési alap kiterjesztése | 30 |
| 5. A BIZTONSÁG IGAZOLÁSA | 31 |
| 5.1. Alapkövetelmények | 31 |
| 5.2. Előzetes és Végleges Biztonsági Jelentés készítése | 33 |
| 5.3. Üzemeltetési feltételek és korlátok | 33 |
| 6. SPECIÁLIS TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEK | 35 |
| 6.1. Biztonsági osztályba sorolt rendszerek tervezése | 35 |
| 6.2. Tervezés élettartamra | 42 |
| 6.2.1 Tervezési élettartam | 42 |
| 6.2.2 Szerkezeti anyagokkal kapcsolatos követelmények | 44 |
| 7. NYOMÁSTARTÓ BERENDEZÉS ÉS CSŐVEZETÉK TERVEZÉSE | 51 |
| 8. ELRENDEZÉS | 53 |
| 9. SPECIFIKUS VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK | 56 |
| 9.1. Földrengés | 56 |
| 9.2. Egyéb specifikus veszélyeztető tényezők | 57 |

1. BEVEZETÉS

1.1. Az útmutató tárgya és célja

Az új atomerőműi blokk(ok) előkészítésének részeként az OAH kiadásra előkészítette a Rendelet mellékleteként kiadott NBSZ 3a: Új atomerőművi blokkok tervezési követelményei c. szabályzat tervezetét.

Az N9.3. „A szabványok használatának szabályai új atomerőmű létesítése során” című útmutató ajánlásait figyelembe kell venni jelen útmutató használata során.

Az útmutató tervezet célja, hogy – ajánlásokat adva az atomerőmű gépész rendszereinek és rendszerelemeinek tervezési követelményeivel kapcsolatosan – egyértelművé tegye a hatósági elvárásokat, és ezzel elősegítse az érvényes előírásokban meghatározott nukleáris biztonsági kritériumok teljesülését az alkalmazott műszaki megoldásoknak megfelelően a nukleáris biztonság szempontjából.

Az útmutatóban *dőlt* betűtípussal szerepelnek az NBSZ 3a. kötet azon követelményei, amelyek teljesítéséhez a gépészeti tervezés tekintetében ajánlások tartoznak, egyenes betűvel pedig maguk az ajánlások.

1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások

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

1.3. A gépészeti alapelvek terjedelme

Atv. 17. § (2) „Az atomenergia-felügyeleti szerv hatáskörébe tartozik:

„4. a nukleáris létesítmény rendszere, rendszereleme tekintetében az átalakítással (atomerőmű esetén ideértve az eltérő fűtőelemkötegek alkalmazásának bevezetését), a tervezéssel, gyártással, szereléssel (beépítéssel), üzembe helyezéssel, üzemeltetéssel, beszerzéssel, üzemen kívül helyezéssel, leszereléssel, továbbá radioaktív hulladék-tároló rendszere és rendszereleme tekintetében az átalakítással, leszereléssel és lezárással kapcsolatos tevékenységek engedélyezése és ellenőrzése”

A fenti előírással összhangban az OAH a rendszerelem szintű engedélyezés során is alkalmazza a nukleáris biztonságra való hatás szerinti differenciált megközelítést. A biztonsági osztályba sorolástól függően az alábbi terjedelemben szükséges a tervezésnél az OAH engedélyének megszerzése:

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

| ABOS 1 | ABOS 2 | ABOS 3 | ABOS 4 |
|------------------------|------------------------|--|--------|
| Minden rendszerelem | Minden rendszerelem | Nukleáris biztonsági hatósági engedélyezési kötelezettség alá tartozó nyomástartó berendezések és csővezetékek | - |

2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

2.1. Meghatározások

Az útmutató az Atv. 2. §-ában, valamint a Rendelet 10. számú mellékletében ismertetett meghatározásokat alkalmazza.

2.2. Rövidítések

| | |
|--------------|--|
| ASME | American Society of Mechanical Engineers Amerikai Gépészmérnökök társasága |
| CONEX | Construction Experience |
| EBJ | Előzetes biztonsági jelentés |
| EU | Európai Unió |
| IAEA | International Atomic Energy Commission |
| IAEA-VERLIFE | Unified Procedure for Lifetime Assessment of Components and Piping in WWER NPPs during Operation |
| IASSC | Irradiation assisted stress corrosion cracking Sugárzással segített feszültség korróziós hajszálrepedés |
| IEP | Időszakos Ellenőrzési Program |
| INSAG | International Nuclear Safety Group Nemzetközi Nukleáris Biztonsági Csoport |
| IRS | Incident Reporting System |
| NAÜ | Nemzetközi Atomenergia Ügynökség |
| NEA | Nuclear Energy Agency |
| NP | Normü i Právila = Szabályzatok és követelmények - lényegében a magyar NBSZ-eknek megfelelő szabályozás |
| OECD | Organization for Economic Co-operation and Development Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet |
| PAE | Paksi Atomerőmű |
| PWR | Pressured Water Reactor Nyomottvizes reaktor |

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

| | |
|---------|---|
| RRE | Rendszerek és rendszerelemek |
| TA | Tervezési alap |
| TAK | Tervezési alap kiterjesztése |
| US. NRC | United States Nuclear Regulatory Commission |
| VVER | Voda Vodanoj Energeticseskij Reaktor Orosz fejlesztésű és gyártmányú nyomottvizes reaktor típuscsalád |

3. ÁLTALÁNOS TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEK

3.1. A mélységben tagolt védelem elvének alkalmazása

Atomerőművek esetén a baleset-megelőzés, illetve baleset esetén a következmények enyhítésének elsődleges eszköze a mélységi védelem elvének alkalmazása. Ezt az elvet célszerű használni minden biztonsággal kapcsolatos tevékenység során, legyen az szervezéssel, viselkedéssel vagy tervezéssel kapcsolatos, és legyen bármilyen üzemállapotban az erőmű. Ennek az a célja, hogy minden biztonsággal kapcsolatos tevékenységhez egymástól független tartalékok álljanak rendelkezésre, így hiba esetén, azt kompenzálni vagy korrigálni lehet. A mélységi védelem elvének alkalmazásával a tervezés és üzemeltetés során védelmet lehet biztosítani várható üzemi események és balesetek ellen, ide értve az erőművön belül bekövetkező berendezés meghibásodásból és az ember által okozott hibából, illetve a külső hatásból származókat is.

Gépészeti berendezések tervezése esetén cél, hogy minden jelentősebb mennyiségű radioaktív anyag, több, egymástól független gáttal legyen védve.

3a.2.1.1500. „A tervezés során többszörös fizikai gátakat kell alkalmazni a radioaktív anyagok környezetbe történő ellenőrizetlen kikerülésének megakadályozására.”

3a.2.1.1600. „A mélységben tagolt védelem elvének alkalmazása érdekében az alábbi négy fizikai gátat kell megkülönböztetni:

- a) az üzemanyag-mátrix;*
- b) a fűtőelem burkolata;*
- c) a reaktor primer körének határa;*
- d) a konténment rendszer.”*

3a.2.1.1700. „A gátak védelmét biztosítani kell. Tervezési megoldásokkal kell biztosítani a biztonsági funkciók és az elfogadási kritériumok teljesülését a védelem valamely szintjének sérülése esetén is.”

3a.2.1.1800. „Atomerőmű tervezése során, a mélységben tagolt védelem elvével összhangban:

a) tervezési megoldásokkal kell biztosítani, hogy az alapvető biztonsági funkciók a gátak fenntartásával és a meghibásodások vagy normál üzemállapottól való eltérések következményeinek csökkentésével megvalósulhassanak;

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

b) biztonsági funkciót ellátó rendszereket kell alkalmazni a várható üzemi események, az üzemzavarok és a balesetek megakadályozása és kezelése érdekében;

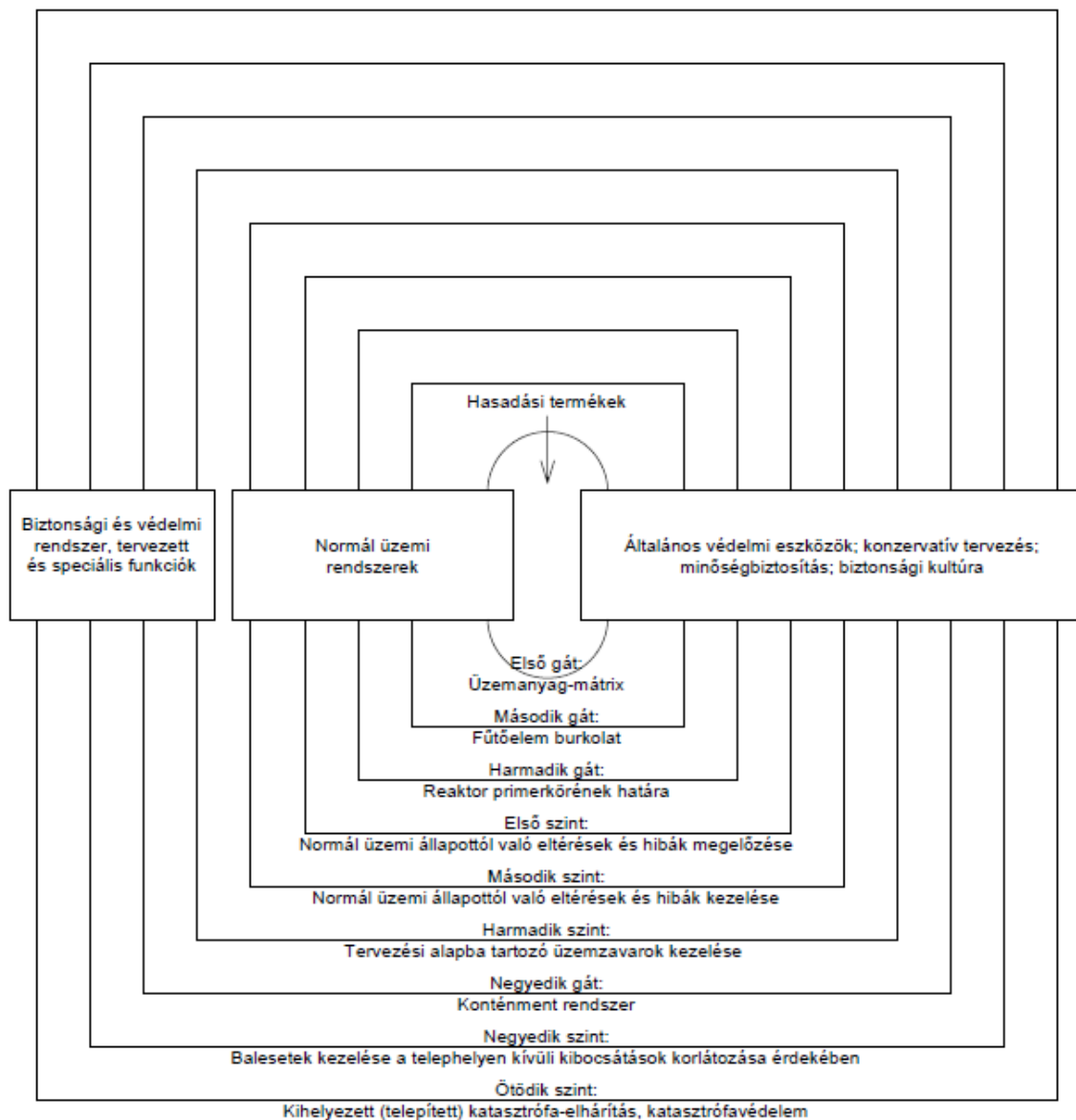
c) biztosítani kell az üzemeltetés vagy a karbantartás során bekövetkező emberi hiba káros következményeinek elkerülését,

d) műszaki eszközökkel biztosítani kell az atomerőmű állapotának kezelhetőségét úgy, hogy a meghibásodások vagy a normál üzemállapottól való eltérések esetén a biztonsági funkciót ellátó rendszerek működésének szükségessége a lehető legkisebb legyen; továbbá

e) biztosítani kell, hogy az atomerőmű állapotának kezelhetősége a biztonsági funkciót ellátó rendszerek működését igénylő állapotokban is nagy megbízhatóságú legyen, és ne igényelje a kezelő személyzet beavatkozását a folyamat korai szakaszában.”

A fizikai gátak és a mélységben tagolt védelem 3a.2.1.1800. pontba tárgyalt eszközeinek kapcsolatát az alábbi ábra szemlélteti (Forrás: NAÜ: INSAG-3):

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások



A mélységben tagolt védelem alkalmazásának következetes érvényesítésére külön figyelmet kell fordítani a létesítményben található radioaktív anyagok típusa és mennyisége által okozott kockázatokra, a szétterjedésük lehetőségére, figyelembe véve az ilyen termékek fizikai és kémiai tulajdonságait, valamint azokat a nukleáris, kémiai és hőfizikai folyamatokat, amelyek végbemehetnek normál üzemeltetés, és üzemzavari események során. Ezek a jellemzők befolyásolhatják a szükséges védelmi vonalak számát és erősségét.

A mélységben tagolt védelem stratégiája kétszintű: az első szint a balesetek megelőzése, a második, ha a megelőzés nem sikerül, a lehetséges következmények csökkentése és a súlyosabb állapotok elkerülése. Az első

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

számú cél a megelőzés, mivel az hatékonyabb és megbízhatóbb, mint a következmények csökkentése.

Gépészeti rendszerek tervezésénél különösen fontos a fizikai gátak szerepe, azok függetlensége (mind egymástól, mind az azok működését kiváltó kezdeti eseményektől).

Az IEP szerint végzett anyagvizsgálatok és próbák hozzájárulnak az események és balesetek elkerüléséhez. Ezért fontos az anyagvizsgálatok előzetes terveinek kidolgozása már az atomerőmű tervezése kezdetén.

Ha nem lehetséges független védelmi szintet kialakítani valamely eseménnyel szemben (pl. reaktortartály hirtelen törése), úgy többszintű megelőző intézkedéseket határoznak meg a tervezés során (pl. anyagkiválasztás, időszakos ellenőrzések követelményei, kiegészítő biztonsági tartalékok).

A mélységben tagolt védelem fő előfeltételei a következők:

- a) konzervatív tervezés,
- b) minőségbiztosítás,
- c) biztonsági kultúra,
- d) karbantartás,
- e) időszakos ellenőrzések és vizsgálatok,
- f) az öregedési folyamatok kezelése,
- g) a módosítások biztonsági hatásainak elemzése és értékelése,
- h) az elemzésekhez használt adatok verifikációja.

3.2. Egyéb általános tervezési követelmények

3a.2.1.2100. „A biztonsági funkciót ellátó rendszereket úgy kell megtervezni, hogy a biztonsági funkciók a tervben megkövetelt megbízhatósággal valósuljanak meg a teljes élettartam alatt.”

A biztonsági funkciók megbízhatóságának biztosítására a következő módszereket és elveket használják:

Az egyszeres meghibásodás tűrés elve

Egy biztonsági funkció akkor tekinthető egyszeres meghibásodás tűrőnek, ha teljesül akkor is, ha az azt ellátó rendszer bármely eleme véletlenszerűen meghibásodik.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

Az egyszeres meghibásodás tűrés elvének alkalmazása csak a nem közös okú meghibásodások hatásai ellen nyújt védelmet.

A meghibásodások közös okai lehetnek:

- a) olyan okok, amelyek az üzemeltetés közben lépnek fel, többnyire külső hatás (pl. tűz, elárasztás, hőmérséklet, sugárzás, földrengés, szélvihar, egyéb mechanikai hatás) vagy kezelési (üzemeltetési, karbantartási) problémák következtében,
- b) olyan okok, amelyek az üzemelést megelőzően a tervezés, gyártás, szerelés, üzembe helyezés folyamán keletkeztek és hatásuk később jelentkezik.

Redundancia

A redundancia fontos tervezési elv a biztonsági funkciók szükséges megbízhatóságának elérésében. A redundancia alkalmazása megengedi egy vagy több redundáns ág meghibásodását vagy üzemképtelenségét a biztonsági funkció sérülése nélkül.

A redundanciát alkalmazzák rendszerelemre (általában kis megbízhatóságú, aktív rendszerlemek esetében) és teljes funkciót megvalósító rendszerágakra is.

Továbbiakban az NBSZ 10. mellékletének 138. definíciója az irányadó.

Diverzitás

A diverzitás, azaz különbözőség alkalmazása az egyik hatékony módszer a közös okú meghibásodásokkal szemben.

A diverzitás alkalmazásánál vizsgálni kell, hogy a különbözőség valóban megvalósul-e. Előfordulhat ugyanis, hogy a közös ok fennáll, pl. különböző karbantartói csoportok alkalmazásakor a közös képzésben, különböző gyártóműtől származó berendezéseknél az azonos gyártási eljárás vagy azonos alapanyag használatában, stb.

A diverzitás alkalmazása ellen ható tényező, hogy a különböző elvű, különböző kivitelű alrendszereket, rendszerlemeket körülményesebb alkalmazni, mint az uniformizáltakat.

Továbbiakban az NBSZ 10. mellékletének 42. definíciója az irányadó.

Függetlenség

A függetlenség elvének alkalmazása a közös okú meghibásodás elleni védekezés másik fontos eleme.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

A függetlenség elérésének két fő útja van, a funkcionális elkülönítés és a fizikai szétválasztás.

Minőség

A biztonsági funkciók megbízhatóságának szintjét befolyásolja az azokat ellátó rendszerekkel kapcsolatban végzett tevékenységek minősége.

Meghibásodás-biztos tervezés

Kívánatos, hogy a rendszerek rendelkezzenek azzal a tulajdonsággal, hogy a legvalószínűbb meghibásodási módjaikban az atomerőmű biztonságos üzemállapotba kerüljön.

Tesztelhetőség

A biztonsági funkció általunk elvárt rendelkezésre állási szintjének biztosítására szükséges az atomerőmű élettartama alatt az adott rendszerek, rendszerelemek állapotának, működőképességének folyamatos vagy rendszeres időközönként történő ellenőrzése.

3a.2.1.2200. „A tervekben megfelelő tartalékokat kell biztosítani a tervezési módszerek, eszközök hibáira, a gyártási és szerelési tűrésekre, bizonytalanságokra, a feltételezett hibákra és a tervezett üzemidő alatti öregedési mechanizmusok által okozott romlási folyamatok konzervatívan becsült mértékére.”

Amennyiben a tervezés során alkalmazott szabvány nem veszi figyelembe a működés során várható öregedési folyamatokat, (pl. MSZ 27003), úgy az engedélyes felelősségévé teszik, hogy olyan anyagot válasszon ki, amely megfelel a tervezési specifikációban megállapított feltételeknek, különös tekintettel a működési feltételek által az anyag tulajdonságaira gyakorolt hatásaira.

3a.2.1.2300. „A biztonság szempontjából fontos rendszereket és rendszerelemeket a nukleáris iparban elfogadott szabványok alkalmazásával kell tervezni. A tervezésnél a használatra előírányzott szabványok körét előzetesen meg kell határozni, alkalmazhatóságukat igazolni kell.”

3a.2.1.2100. „A biztonsági funkciót ellátó rendszereket úgy kell megtervezni, hogy a biztonsági funkciók a tervben megkövetelt megbízhatósággal valósuljanak meg a teljes élettartam alatt.”

Az alkalmazandó szabványok és más szabályozások köre projekt-specifikus. Különböző forrásokból származó szabványokat és szabályzatokat csak megfelelő koherencia vizsgálatot követően alkalmaznak. Az alkalmazásra kiválasztott szabványkör követelményeit nem lehet csökkenteni más szabványkör előírásaira való hivatkozással.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

3a.3.3.0300. „Kerülni kell a különböző szabványok, előírás-rendszerek szerint tervezett nyomástartó berendezés és csővezeték alkalmazását. Amennyiben ilyen előfordul, a különböző előírásrendszerek alapján méretezett nyomástartó berendezés és csővezeték illesztésének, összeszerelésének lehetőségét külön elemzéssel kell alátámasztani.”

9.3.7.0400. „A tervezés során biztosítani kell, hogy az alkalmazott, alacsonyabb szintbe sorolt szabványok ne mondjanak ellent a magasabb szintbe sorolt előírásoknak.”

9.3.7.0600. „Amennyiben az engedélyes nem az útmutatóban foglalt ajánlások szerint jár el:

a) az alkalmazni kívánt szabványokat pontosan azonosítani kell így különösen a kiadás éve, verzió, kiegészítés, vagy melléklet megjelölésével, valamint értékelni kell alkalmazhatóságukat, pontosságukat és elégségességüket, továbbá ha szükséges, kiegészíteni vagy módosítani kell azokat; valamint

b) biztosítani kell az alkalmazott szabványok koherenciáját az egész terven belül, de különösen az azonos rendszerelemre vagy azonos tevékenységre vonatkozó szabványok keveredésének elkerülése érdekében.”

Az EU tagországokban bizonyos harmonizált szabványok alkalmazása kötelező lehet. Gépészeti rendszerek tervezésekor különös figyelmet érdemelnek a következő EU irányelvek (direktívák) harmonizált szabványai:

- a) 2014/68/EU irányelv a nyomástartó berendezések forgalmazásáról
- b) 2014/29/EU irányelv az egyszerű nyomástartó edényekről forgalmazásáról
- c) 2006/42/EK irányelv a gépekről

A tervező a terv kidolgozása során érvényes szabványokat irányozza elő; a továbbiakban a szabványok fejlődésének nyomon követése a létesítési projekt irányítójának feladata a további hatósági engedélykérelmek támogatására.

3a.2.1.2400. „A biztonság szempontjából fontos rendszereket, rendszerelemeket hasonló feltételek között kipróbált, bevált konstrukciós megoldásokat alkalmazva kell tervezni. Ettől eltérő esetben olyan technológiákat és termékeket kell alkalmazni, amelyek alkalmazhatóságát megvizsgálták és igazolták. Az 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.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

A rendszer, rendszerelem működését - annak üzemelése közben - monitorozni kell a megfelelőség végleges igazolása érdekében."

A tudomány és a technika fejlődésével, valamint a hatósági követelmények módosításával összefüggésben elengedhetetlen új megoldások és konstrukciók alkalmazása. Az ilyen rendszerelemek azonban új kihívást is jelentenek megbízhatóságuk igazolása szempontjából.

Fentiek miatt az új rendszerelemek megbízhatóságát, karbantarthatóságát és biztonságos üzemeltethetőségét megfelelő elemzésekkel, matematikai modellezéssel, kicsinyített, vagy nagyított fizikai modellek alkalmazásával, típusvizsgálatokkal, túlterheléses próbákkal, környezetállósági minősítéssel, öregedési folyamatok modellezésével, vagy egyéb az OAH által elfogadhatónak ítélt eljárással bizonyítják. Más iparágakban szerzett üzemeltetési tapasztalatok is elfogadhatóak lehetnek.

Az új megoldások és konstrukciók első üzembe helyezés előtti próbáit és üzem közbeni monitorozását próbaüzemként kezelik és külön programok alapján, esetleg kiegészítő műszerezés alkalmazásával hajtják végre az OAH által jóváhagyott programok alapján.

Az új megoldásokat és konstrukciókat lehetőleg egyetlen rendszeren, vagy ágon próbálják és a próbaüzem sikeres befejezése után veszik általános alkalmazásba.

3a.2.1.2500. „A rendszerek, rendszerelemek azonosítására, a rendszertechnikai helyét is egyértelműen azonosító jelölési rendszert kell kialakítani."

A rendszerek és rendszerelemek azonosítására ajánlott az

- a) MSZ EN 81346-1:2010: Ipari rendszerek, berendezések, készülékek és ipari termékek. Felépítési alapelvek és referenciajelölések. 1. rész: Alapvető szabályok (IEC 81346-1:2009)
- b) MSZ EN 81346-2:2010: Ipari rendszerek, berendezések, készülékek és ipari termékek. Felépítési alapelvek és referenciajelölések. 2. rész: A tárgyak osztályozása és osztálykódok (IEC 81346-2:2009)

szabványok alkalmazása.

3a.2.1.2600. „A tervezés során figyelembe kell venni az atomerőművek tervezése, létesítése és üzemeltetése során felgyülemlett tapasztalatokat és a releváns kutatási eredményeket."

Az üzemeltetési tapasztalatok forrásai, illetve felhasználása többféle lehet.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

A források tekintetében ajánlott figyelembe venni a NAÜ IRS rendszerében rögzített üzemeltetési események, az OECD NEA CONEX adatbázisát, a Paksi Atomerőműben végzett átalakítások, illetve üzemeltetés tapasztalatait és más, különösen PWR atomerőművek elérhető tapasztalatait.

A felhasználást illetően a felgyülemlett tapasztalatok felhasználandók többek között az egyes, ajánlott tervezési megoldások alkalmazására (és különösen a nem kellően hatékonyak bizonyult megoldások elkerülésére, vagy módosítására), a valószínűségi elemzések kiinduló adatainak pontosítására, a tervező által előírt időszakos karbantartási, ellenőrzési és próba ciklusidők meghatározására.

3a.2.1.2700. „A tervezés során, e rendeletben meghatározott módon - a tervezés korai szakaszától kezdve - alkalmazni kell a biztonsági elemzési módszereket.”

Az alkalmazandó determinisztikus és valószínűségi biztonsági elemzések ajánlásait önálló útmutatók tartalmazzák: N3a.32. "Új atomerőműre vonatkozó determinisztikus biztonsági elemzések" és N3a.11. "Új atomerőműre vonatkozó valószínűségi alapú biztonsági elemzések".

3a.2.1.2800. „A rendszereket, rendszerelemeket úgy kell megtervezni, hogy a gyárthatóság, szerelhetőség, építhetőség, ellenőrizhetőség, karbantarthatóság, javíthatóság biztosítható legyen.”

Gépészeti berendezések tervezésénél az alábbi feltételek betartása javasolt:

Gyárthatóság és szerelhetőség

- a) A nyomástartó edények köpenyén és fenekein mind a belső és mind a külső oldalon megengedett különböző szerkezeti elemek hegesztéssel történő rögzítése, ha ez igazolhatóan nem megy a biztonság rovására.
- b) A nagy tömegű és nagyméretű berendezések beemeléséhez, felállításához és a végleges tartószerkezetekre való emeléséhez megfelelő méretű és teherbírású fogadó helyett kell biztosítani az építés-szerelési munkák megfelelő ütemezésével. Szükség esetén az organizációs tervben ideiglenes szerkezeteket kell előíranyozni.
- c) A primer körhöz tartozó edények olyan nyílásai, amelyek csak az edények gyártása, szerelése és első vizsgálata során szükségesek, hegesztett fedéllel is lezárhatók.
- d) Csőcsomók, csőelágazások, karimák és síkfenekek felhegesztésénél megengedett teljesen átolvadt sarokvarratok alkalmazása. Teljes átolvadást nem biztosító sarokvarratok csak olyan csőelágazások vagy

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

csövek hegesztésénél engedhetők meg, amelyek hajlító igénybevételt nem vesznek fel.

- e) Különböző falvastagságú elemek összehegesztésénél a vastagabb elem falvastagságának elvékonyítása max.15° hajlásszöggel történhet.

Üzemeltethetőség

- a) A nukleáris nyomástartó berendezések szerkezeti kialakításának és elhelyezésének biztosítania kell a berendezés biztonságos és megbízható üzemeltetését a tervezett élettartam során.
- b) A berendezések minden olyan elemét, amelyek külső falának hőmérséklete 60°C-nál nagyobb vagy -10 °C-nál alacsonyabb és az üzemeltető személyzet megérinthesi, hőszigeteléssel kell ellátni úgy, hogy a hőszigetelés külső felületének hőmérséklete ne emelkedjék 50 °C fölé illetve ne csökkenjen -10°C alá.
- c) Az anyákat, töcsavarokat, bilincseket, valamint a nyílások, a fedelek és karimák leszorító szerkezeteit biztosítani kell elmozdulás vagy lazulás ellen.
- d) Azokra a csővezetésekre, amelyek belső átmérője 150 mm vagy nagyobb, és a csővezeték az anyagminőségére vonatkozó kúszási tartományban üzemel, tágulásmutatót kell felszerelni a csővezeték tágulásának ellenőrzésére, valamint a csőtartók helyes működésének megfigyelésére.
- e) Törekedni kell, hogy a csőrendszerek technológiai és megvalósíthatósági szempontjai szerint legmagasabb pontján helyezték el a légtelenítő vezetéket a levegő eltávolítására. A primerkör és a nagynyomású segédrendszerek leürítő és légtelenítő csőcsonkjait, illetve vezetéseiket kettős elzárással kell ellátni. Minden olyan gőzvezeték szakaszt, amelyet elzáró szerelvények kizárhatnak, a felmelegítés és víztelenítés céljára a végpontokon el kell látni csőcsonkkal és szeleppel. Ha a nyomás nagyobb, mint 22 bar, valamint a primer körhöz kapcsolódó gőzvezetéseknél a nyomástól függetlenül csőcsonkot és két sorba kapcsolt elzáró szerelvényt kell felszerelni.
- f) A víztelenítő rendszernek biztosítania kell a rendszer működésének ellenőrzését a csővezeték melegezése idején.
- g) Telített gőzt szállító vezeték esetében a kondenzátum folyamatos elvezetését biztosítani kell (pl.: kondenzedényen) keresztül.

Karbantarthatóság

A karbantartásra vonatkozó összes dokumentumnak az MSZ 27020 szabványban leírtaknak meg kell felelni.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

- a) Biztosítani kell a levegő elvezetésének lehetőségét feltöltés esetén. Gondoskodni kell a munkaközeg és a kondenzációs termékek elvezetéséről.
- b) Radioaktív hőhordozó közeget tartalmazó berendezés anyaga és konstrukciója tegye lehetővé a dekontaminálást és a dekontamináló oldat teljes eltávolítását.
- c) Ha a dekontamináló oldatok helyszínre szállítása és elvezetése nem lehetséges üzemi vezetéken keresztül, akkor erre a célra külön csővezetéket kell tervezni és kiépíteni.
- d) A csővezetékek elemeit általában hegesztéssel kell egymáshoz rögzíteni. Oldható kötések ott alkalmazhatók, ahol a kapcsolódó berendezések, szerelvények oldható kötéssel rendelkeznek, mert:
 - e) az üzemeltetési körülmények miatt oldható kötés szükséges, és/vagy
 - f) hegesztési munkák végzése tilos.
- g) A csővezetékek lezárható szakaszainak alsó pontjaira elzáró szerelvényel ellátott leürítő csonkokat kell felszerelni a vezeték leürítésére vagy lefúvatására.
- h) Radioaktív közeget szállító csővezetékek leürítőit és légtelenítőit csővezetékekkel, vagy a padlón kiképzett csatornával a speciális csatorna hálózatba kell vezetni.
- i) A csővezetékek vízszintes szakaszain legalább 0,5-2‰-es lejtés szükséges a tervezett elvezetés irányában.

Ellenőrizhetőség és javíthatóság

- a) A nyomástartó berendezések szerkezeti kialakításánál biztosítani kell az alapfém és a hegesztési kötések vizuális és roncsolásmentes vizsgálattal történő ellenőrzésének, valamint a tisztítási és javítási munkák elvégzésének lehetőségét.
- b) Ha a berendezés elhelyezési körülményei vagy a sugárzási viszonyok miatt a fém állapotának vizsgálata nem történhet meg szokványos eszközökkel, akkor olyan különleges készülékeket, szerkezeteket kell megtervezni és legyártani, vagy beszerezni, amelyek lehetővé teszik az előírt ellenőrzések végrehajtását.
- c) Azokon a helyeken, ahol üzemeltetés közben időszakos roncsolásmentes vizsgálatot irányoznak elő, leszerelhető hőszigetelést kell alkalmazni.
- d) A primerkörüli főkeringtető csővezetékek hőszigetelésének teljes hosszúságban szerelhetőnek kell lennie.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

- e) A 800 mm-nél nagyobb belső átmérőjű edények köpenyén az ellenőrzés és javítás számára kellő számú bűvónyílás legyen a kezelés számára elérhető helyeken.
- f) Azok az edények, amelyeknek belső átmérője 800 mm vagy kevesebb, elérhető vizsgálónyílással legyenek ellátva.
- g) Az olyan berendezéseknél, amelyeknél más módon biztosított a belső ellenőrzés, nem szükséges bűvónyílás.
- h) Hengeres falú és belső csőkötegeket tartalmazó edények (hőcserélők) bűvónyílások nélkül tervezhetők és gyárthatók méretüktől függetlenül.
- i) Fekvő hengeres berendezések esetén, melyek alsó része üzem közben nehezen vizsgálható, hosszvarratok a központi szög 140°-os határai között nem helyezkedhetnek el az alsó részben.
- j) Hegesztési varratokat az alátámasztási helyeken kívül, a tartók szélétől legalább 200 mm távolságra kell elhelyezni. Abban az esetben, ha ez nem lehetséges, akkor biztosítani kell az alátámasztás alatti hegesztési varratok ellenőrzését.

3a.2.1.2900. „A tervezés során biztosítani kell az atomerőmű leszerelhetőségét, amit a felaktiválódás minimalizálásával, a dekontaminálhatósággal, a hozzáférés biztosításával és a leszerelés irányíthatóságának figyelembevételével kell megvalósítani.”

3a.3.2.1900. „A tervezés során az alkalmazott anyagok kiválasztásakor figyelembe kell venni az atomerőmű tervezett leszerelésének alábbi szempontjait is:

a) a leszerelési stratégiában meghatározott hosszú idejű tárolhatóság az atomerőműben,

b) ellenálló-képesség az atomerőműben alkalmazott vegyi anyagokkal szemben,

c) kopásállóság, ami lehetővé teszi a megfelelő dekontaminálást az élettartam végén is, továbbá

d) az üzemelés során felaktiválódó anyagok esetén - a leszerelés tervezett ütemezésével összhangban - a lehető legrövidebb felezési idő.”

Amennyiben a biztonságos és megbízható üzemeltetés feltételei ellentmondanak a leszerelés feltételeinek, az előbbinek van prioritása. Ugyanakkor dokumentálni és értékelni kell a leszerelés során várható kiegészítő nehézségeket. A tervező értékelje a hasonló atomerőművek leszerelési tapasztalatait.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

Gépészeti rendszerek leszerelésénél fontosak a következő szempontok:

- a) a rendszerek könnyű egymástól való elszigetelése,
- b) a rendszerek minimális csatlakozása egymással,
- c) a nagyberendezések könnyű szétszerelhetősége,
- d) a hosszú felezési idejű radioaktív izotópokat (különösen ^{60}Co és ^{14}C) termelő szerkezeti anyagok minimalizálása,
- e) a nagy hatékonyságú dekontaminálást lehetővé tevő, sima felületüket megtartó szerkezeti anyagok alkalmazása,
- f) a szivárgásokat monitorozó lehetőségek megteremtése,
- g) a betonba vagy földbe fektetett radioaktív közegeket szállító csövek minimalizálása,
- h) nagyberendezések egyben történő eltávolítását, vagy helyben történő szétszerelését elemezni kell,
- i) a potenciálisan radioaktív korróziós termékek keletkezését minimalizálni kell (alacsony közeg sebességű szakaszok, mélypontok stb.),
- j) a tervező gondoskodjon a gépészeti rendszerek üzemeltetés utáni tisztításának és dekontaminálásának eszközeiről, illetve lehetőségéről,
- k) értékeljék az esetleges újrafelhasználás, illetve a felszabadítás lehetőségeit,

mindezek a megfontolások legyenek elérhetők a blokk teljes élettartama során.

3a.2.1.3100. „Több blokkal rendelkező atomerőmű esetén biztosítani kell a blokkok egymástól való indokolt mértékű függetlenségét.”

Az Előzetes Biztonsági Jelentésben (lásd N3a.34. "Új atomerőművek biztonsági jelentései" című útmutató) bemutatják és értékelik a több blokkos telephelyen üzemelő blokkok gépészeti rendszereinek egymástól való függetlenségének mértékét. Az értékelés kiterjed a következőkre:

- a) a blokkok normál és biztonsági hűtése,
- b) gőz-, gáz és levegőellátás valamint
- c) egyéb, gépészeti rendszerekkel ellátandó szolgáltatásai.

Bizonyítani kell, hogy az üzemelő és építés alatt álló blokk(ok) elegendő mértékben függetlenek egymástól mind a tervezési alapba tartozó üzemi állapotokban, mind a tervezési üzemzavarokat meghaladó baleseti, illetve súlyos baleseti szituációkban.

A létesítés és az üzemeltetés idején bekövetkező átalakítások során fenti szempontot különös gonddal kezelik.

4. A BIZTONSÁGRA VALÓ TERVEZÉS ALAPJA

4.1. Az atomerőmű állapotának és eseményeinek kategorizálása

3a.2.2.0100. „A normál üzemtől eltérő állapotokat a tervezési alapba tartozó, valamint a tervezési alapot meghaladó üzemállapotokra kell osztani.”

A gépészeti rendszerek tervezési alapjába tartozó üzemállapotainak elemzésénél a szabványokban előírt üzemállapotokra vonatkozó terheléseket megfeleltetik az NBSZ követelmények szerinti üzemállapotoknak. pl. az MSZ 27003-0 szabvány NCA-2140: Tervezési alap fejezete szerint a következő üzemállapotokat határozták meg:

NCA-2142. A tervezési, üzemi és próbaterhelések, valamint a határértékek meghatározása

A tervezési specifikációban az engedélyesnek vagy annak megbízottjának be kell azonosítania minden komponensre és tartóra ható terheléseket és terheléskombinációkat, valamint meg kell határozni a megfelelő **tervezési, üzemi és vizsgálati határértékeket**.

- (a) Terhelések. A komponens vagy tartó tervezett élettartama során előreláthatóan vagy feltételezhetően bekövetkező valamennyi, az erőmű vagy a rendszer üzemállapotait és próbáit figyelembe véve, a tervezési, üzemi és próbaterheléseket be kell azonosítani. A 2. és 3. osztályba sorolt komponensekre, 2. és 3. osztályba sorolt komponenstartókra és MC osztályba sorolt tartókra nem kell üzemi terheléseket beazonosítani, ha a névleges nyomás és névleges mechanikai terhelések a névleges hőmérsékleten megengedhető feszültségekhez vagy feszültségintenzitásokhoz képest nagyobb feszültségeket keltenek, mint az üzemi terhelések a megfelelő üzemi határértékekhez képest keltenének. Ha ez nem állapítható meg, akkor a csővezetékek és csőtartók esetén a tervezési specifikációban be kell azonosítani az üzemi terheléseket. Az MC osztályú konténmenttartályok esetén a konténmentfunkcióhoz kapcsolódó terheléseket tervezési terhelésekként kell azonosítani, kivéve, ha az NE-3000. szerinti előírások másként rendelkeznek.
- (b) Határértékek. Minden berendezésre a tervezési, üzemi és vizsgálati határértékeket az NCA-2142.4. előírásainak megfelelően kell kiválasztani. Az e szabványsorozat szerinti követelmények teljesülése nem biztosítja a komponensek működőképességét, ha ez mechanikai mozgással jár. Az e

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

szabványsorozat alkalmazási területe nem terjed ki a működőképesség biztosítására való tervezési, üzemi és próbaterhelések határértékeinek kiválasztására. Azonban e szabványsorozat szerint a nyomás-kiegyenlítő szelepek működőképességének biztosítása követelmény.

Ha a működőképesség biztosítása követelmény, az engedélyes a felelős a megfelelő korlátozó paraméterek meghatározásáért a működőképességre vonatkozó követelményeket előíró dokumentumokra való hivatkozással. Az ilyen paraméterek nem tartoznak e szabványsorozat alkalmazási területébe [NCA-1130., NCA-2160. és NCA-5210. (b)].

NCA-2142.1. Tervezési terhelések. A komponensek és tartók tervezési terhelései feleljenek meg a következő (a), (b) és (c) bekezdéseknek, és az e szabványsorozat vonatkozó szabványa szerinti további követelményeknek.

- (a) Tervezési nyomás. Az előírt belső és külső tervezési nyomás nem lehet kisebb, mint a berendezés belső és külső tere közötti, illetve összetett berendezés bármely két kamrája közötti legnagyobb nyomáskülönbség, amely a legnagyobb olyan terhelés esetén lép fel, amelyre A-szintű üzemi határértékek alkalmazandók. A tervezési nyomás meghatározásához figyelembe kell venni azokat a nyomást növelő hatásokat, amelyeket nyomáshullámok, a vezérlőrendszer hibája és a rendszer kialakítása, mint például a hidrosztatikus hatást keltő kialakítás, idéznek elő.
- (b) Tervezési hőmérséklet. Az előírt tervezési hőmérséklet nem lehet kisebb, mint az elem falvastagsága mentén a fémhőmérséklet várható legnagyobb középértéke olyan terhelés esetén, amelyre A-szintű üzemi határértékek alkalmazandók. Ha egy komponenst kísérő fűtéssel melegítenek indukciós tekercs, fűtőköpeny vagy belső hőfejlesztés alkalmazásával, a hőbevitel hatását figyelembe kell venni a névleges hőmérséklet megállapításához. A névleges hőmérséklet megállapításakor figyelembe kell venni a vezérlési rendszer hibáját és a rendszer kialakításának hatásait.

NCA-2142.4. Tervezési, üzemi és vizsgálati határértékek

(a) Tervezési határértékek

A tervezési terhelések határértékei feleljenek meg az e szabványsorozat vonatkozó szabványa szerinti követelményeknek.

(b) Üzemi határértékek

A tervezési specifikáció a következő (1) - (4) bekezdés szerinti üzemi határértékeket írhatja elő.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

- (1) A-szintű üzemi határértékek. Az A-szintű üzemi határértékek a határértékek meghatározott együttese, amelyeknek teljesülniük kell minden olyan a tervezési specifikációban azonosított A-szintű üzemi terhelés esetén, amelynek a komponens vagy a tartó ki lehet téve az előírt üzemi funkciók teljesítése során.
- (2) B-szintű üzemi határértékek. A B-szintű üzemi határértékek a határértékek olyan együttese, amelyeknek teljesülniük kell minden olyan a tervezési specifikációban beazonosított B-szintű üzemi terhelés esetén, amelyre ezek az üzemi határértékek elő vannak írva. A komponensnek vagy tartónak ezeket a terheléseket javítást igénylő károsodás nélkül kell elviselnie.
- (3) C-szintű üzemi határértékek. A C-szintű üzemi határértékek a határértékek olyan együttese, amelyeknek teljesülniük kell minden olyan tervezési specifikációban beazonosított C-szintű üzemi terhelés esetén, amelyre ezek az üzemi határértékek elő vannak írva. Ezen határértékek együttes alkalmazása esetén a szerkezeti folyamatossági hiányok nagymértékű változása meg van engedve, amely szükségessé teheti a komponens vagy tartó üzemből való kivételét ellenőrzés vagy javítás céljából. Ezért e határérték választása esetén az engedélyesnek a meghatározott rendszerbiztonsági kritériumok teljesülését vizsgálnia kell (NCA-2141.).
- (4) D-szintű üzemi határértékek. A D-szintű üzemi határértékek a határértékek olyan együttese, amelyeknek teljesülniük kell minden olyan a tervezési specifikációban beazonosított D-szintű üzemi terhelés esetén, amelyre ezek az üzemi határértékek vannak specifikálva. Ezen határérték együttes választása esetén a szerkezet nagymértékű általános alakváltozása megengedett, a méretek megváltozhatnak, amely szükségessé teheti a komponens vagy tartó végleges üzemen kívül helyezését. Ezért e határérték választása esetén az engedélyesnek a meghatározott rendszerbiztonsági kritériumok teljesülését vizsgálnia kell (NCA-2141).

Más gépészeti szabványok alkalmazása esetén hasonló módon kell meghatározni az üzemi határértékeket, ebben az engedélyesnek az OAH felé jelezni és jóváhagyatni kell.

4.2. Biztonsági osztályba sorolás

3a.2.2.0800. „A fizikai gátak funkcióit a gát által elzárt aktivitás és a gát izolálásának lehetősége alapján a 3a.2.2.0900.-3a.2.2.1100. pontnak megfelelően szintekre kell bontani.”

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

3a.2.2.0900. „B1 szinthez kell rendelni a nem izolálható gátakat, amelyek potenciálisan erősen szennyezett közeget zárnak el és meghibásodásuk esetén jelentős radioaktív közeg kibocsátás következhet be. Ehhez a szinthez tartozik a fűtőelempláncák burkolata és a primer kör nyomáshatára valamint a konténment.”

3a.2.2.1000. „B2 szinthez kell rendelni az olyan izolálható gátakat, amelyek potenciálisan erősen szennyezett közeget zárnak el, vagy az olyan nem izolálható gátakat, amelyek gyengén szennyezett közeget zárnak el. Ehhez a szinthez tartoznak a szekunder gőz- és vízkörök, valamint a radioaktív anyagok üzemzavar utáni kibocsátásának elhatárolásában részt vevő rendszerelemek.”

3a.2.2.1100. „B3 szinthez kell rendelni az olyan izolálható gátakat, amelyek gyengén szennyezett közeget zárnak el. Ehhez a szinthez tartoznak a radioaktív anyagok normál üzem alatti elhatárolásában részt vevő rendszerelemek, valamint a konténment olyan, a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerei, amelyek normál üzemben és üzemzavarok során nincsenek közvetlen kapcsolatban az atomreaktor hűtőkörével vagy a konténment légterével.”

A berendezések és csővezetékek konkrét csoportba sorolását a blokk műszaki terve tartalmazza.

3a.2.2.2500. „Meg kell teremteni a rendszerek és rendszerelemek különböző szempontok szerinti osztályba sorolása közötti kapcsolatokat, be kell mutatni az ebben figyelembe vett összefüggéseket, és az alkalmazott módszertant.”

3a.2.2.3100. „A rendszerek és rendszerelemek biztonsági osztályaihoz a nemzeti és nemzetközi szabványokon és bizonyított mérnöki gyakorlaton alapuló tervezési követelményeket kell rendelni, és következetesen alkalmazni.”

A különböző szabvány és szabályozási rendszerek a gépészeti rendszerek tervezésével kapcsolatban többféle osztályozást vezettek be. Ezeket az osztályozásokat akkor javasolt alkalmazni, ha a berendezések tervezésére az adott szabványkörnyezetet kívánják használni.

Példaként említhető (az amerikai szabványok honosításaként megjelent MSZ 27000 szabványsorozat alkalmazásának esetén) a 10CFR50.55a jogszabály, amely tartalmazza a reaktor hűtőkör legszigorúbb szabványok szerinti tervezésének, gyártásának szerelésének és ellenőrzésének követelményeit. Ebből levezetve az amerikai nukleáris hatóság (US. NRC) az 1.26: Minőségi csoportok osztályozása atomerőművek víz, gőz és radioaktív közegeket tartalmazó rendszerelemeire c. útmutatójában a B, C és D minőségi osztályok követelményeit nyomástartó edényekre, csővezetékekre, szivattyúkra, szerelvényekre és atmoszférikus tartályokra.

Az alkalmazott osztályba (csoportba, vagy kategóriákba) sorolások leírását a tervezési kézikönyvben célszerű részletezni.

4.3. Az atomerőmű tervezési alapja

3a.2.2.3500. „A tervezéshez meg kell határozni mindazon feltételezhető kezdeti eseményt, amely befolyásolhatja az atomerőmű biztonságát, s ezekből determinisztikus módszerrel vagy determinisztikus és valószínűségi módszerek kombinációjával kell kiválasztani a tervezési alapba tartozókat.”

3a.2.2.3600. „Az atomerőmű tervezési alapjában az atomerőmű minden üzemállapotára meg kell határozni azokat a teljesítmény-paramétereket, funkcionális, megbízhatósági jellemzőket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a külső és belső veszélyeztető tényezők által előidézett körülmények között is teljesüljenek az előírt kritériumok.”

3a.2.2.3700. „A tervezési alap meghatározása során a bizonytalanságok kompenzálása érdekében ésszerű mértékben konzervatív feltételezéseket kell alkalmazni.”

A tervezési alap meghatározása az Előzetes Biztonsági Jelentés feladata (ld. N3a.34. sz. útmutató)).

Az EBJ által a tervezési alaphoz tartozónak tekintett terhelésekre az elemzéseket konzervatív determinisztikus módszerekkel kell elvégezni.

A tervezési alap meghatározása nemcsak a nukleáris létesítményre, hanem annak rendszerlemeire is szükséges. A gyártási/beszerzési engedélyezés során bemutatják a rendszer/rendszerelem/készülék/berendezés tervezési alapját. Különböző szabványok eltérően szabályozzák a tervezési alapba tartozó események elemzése során a szerkezeti anyagok figyelembe vehető mechanikai tulajdonságainak értékét.

Az amerikai ASME BPVC alapján kiadott MSZ 27003-0: Nukleáris létesítmények komponenseinek létesítési szabályai. 0. rész: Általános előírások az 1. és 2. szabványcsoporthoz szabvány szerint:

NCA-2140. Tervezési alap

Az atomerőmű és rendszerei üzemállapotai általában normálüzemi, fokozott igénybevételűek károsodást okozók, vagy tönkremenés okozók lehetnek.

NCA-2141. Az erőmű és rendszerei üzemállapotainak és próbáinak figyelembevétele.

Egy atomerőművi rendszer komponensei és tartói ki lehetnek téve az erőmű és rendszerei üzemállapotainak és az ezeken végzett ellenőrzéseknek,

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

amelyeket az alkalmazandó rendszerbiztonsági kritériumok teljesülése érdekében figyelembe kell venni a komponensek tervezésekor és túlnyomás elleni védelem esetén, illetve a tartók tervezéséhez. Egy adott erőmű vagy rendszer üzemeltetési és próbaállapotainak tervezésekor a figyelembe veendő fontossági sorrend egy rendszeren belül berendezésenként eltérő lehet. Az erőmű vagy rendszer üzemállapotai és próbái során a komponensekre és tartókra ható hőmérsékleteket, nyomásokat és mechanikai terheléseket ebben a szabványsorozatban a komponens vagy tartó tervezési, üzemi vagy ellenőrzési terhelésének nevezik.

Az erőmű vagy rendszer fontosnak ítélt üzemállapotainak és ellenőrzéseinek kiválasztására vonatkozó útmutató, amely segít a komponens vagy tartó tervezési, üzemi vagy próbaterhelési, ezek kombinációinak, és az elfogadási határértékek kiválasztásában, az adott típusú atomerőművi rendszerek rendszerbiztonsági kritériumainak dokumentumaiból származtathatók. Ezek megtalálhatók az erőmű telephelyére illetékes szabályzó és végrehajtó hatóság követelményeiben." (Az OAH gyakorlatában ez az EBJ.)

A szabvány ezt követően A, B, C és D szintű határértékeket határoz meg. Az A-D határértékek meghatározását különböző osztályokra vonatkozóan az

- a) MSZ 27003-1-1: 1. osztályú komponensek
- b) MSZ 27003-1-2: 2. osztályú komponensek
- c) MSZ 27003-1-3: 3. osztályú komponensek

szabványok tételesen meghatározzák.

A nyomástartó edények üzemi viszonyait az MSZ 27020-1 Atomerőművek üzemeltetése és karbantartása szabvány alapján kell meghatározni.

A valóságos megengedhető feszültség meghatározása szempontjából a következő üzemi viszonyokat kell számításba venni:

Normál üzemállapot alatt azokat az üzemi viszonyokat kell érteni, amelyeket a szilárdsági méretezés során figyelembe vettek. Ilyenek lehetnek: a szerelés, üzemindítás, állandósult üzem, váltakozó terhelés, nyomáshatárolók működésbe lépése, leállás állapota. A figyelembeveendő üzemállapotokat a tervező határozza meg.

Normáltól eltérő üzemállapot alatt azt értjük, ha az előző szakaszban figyelembe nem vett vagy fel nem sorolt állapot következik be, de ennek megszüntetése a berendezés üzemelése közben veszély nélkül elvégezhető. A normál üzemállapottól való eltérés megengedhető mértékét a tervező határozza meg az OAH jóváhagyásával.

Veszélyhelyzet a tervezett normál üzemállapottól történő oly mértékű eltérés, amely a kezelő személyzet biztonságba helyezése mellett csak azonnali leállítás után szüntethető meg. A veszélyhelyzet feltételeit a tervező határozza meg az OAH jóváhagyásával.

A továbbiakban a szabályozás itt is részletesen meghatározza az egyes üzemállapotokhoz figyelembe vehető megengedett feszültségeket.

Fontos, hogy a tervező a szilárdsági elemzésekben a választott tervezési szabvány szerint állapítsa meg a figyelembe vett üzemállapotokat és azoknak megfelelő megengedett feszültségeket. A jelen esetben ezen tervezési szabványok az MSZ 27003-1; MSZ 27003-2; MSZ 27003-3.

4.4. A tervezési alap kiterjesztése

3a.2.2.6000. „A mélységi védelem elvével összhangban, a TAK üzemállapotokat eredményező eseményeket és eseménykombinációkat valószínűségi módszerekkel és mérnöki megfontolásokkal kiegészített determinisztikus elemzésekkel kell kiválasztani. Igazolni kell, hogy minden lehetséges eseményt és eseménykombinációt figyelembe vettek. A biztonság igazolására szolgáló elemzéshez a módszerek közül a vizsgált esetnek leginkább megfelelőt vagy azok leginkább megfelelő kombinációját kell alkalmazni.

3a.2.2.6100. „A TAK1 üzemállapotok elemzése során a bizonytalanságok kompenzálása érdekében vagy ésszerű mértékben konzervatív feltételezéseket kell alkalmazni vagy a legjobb becslést módszerét és adatokat kell alkalmazni kiegészítve a szükséges bizonytalansági és érzékenység vizsgálatokkal.

3a.2.2.6200. „A TAK2 üzemállapotok elemzését a hatások, igénybevételek, anyagjellemzők medián értékeire lehet elvégezni.

A tervezési alap kiterjesztésének meghatározása - a tervezési alap meghatározásához hasonlóan - az Előzetes Biztonsági Jelentés történik.

Az EBJ által a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó üzemállapotok terheléseire az elemzéseket megengedett a legjobb becslést módszerét és adatait alkalmazni kiegészítve a szükséges bizonytalansági és érzékenység vizsgálatok eredményeivel.

A baleset-kezelési funkciókat és azokat megvalósító (részben gépész) rendszereket azonban a TAK események során kialakuló környezeti és infrastrukturális (víz- és elektromos energia ellátás stb.) feltételekre kell konzervatív módon tervezni; hiszen azoknak a rendszereknek ez az „üzemi” állapotuk.

5. A BIZTONSÁG IGAZOLÁSA

5.1. Alapkövetelmények

3a.2.3.0100 „A tervezési alapra vonatkozó általános biztonsági követelmények teljesülésének bizonyítására használt tervező és elemző eszközöket, modelleket és modellrészeket, valamint a bemenő adatokat verifikálni és validálni kell. Az elemzési eszközök validációját a megfelelő nemzetközileg elérhető adatok - kísérleti eredmények - alapján kell bemutatni. Az elemzési modellek verifikációját az elemzést, tervezést végrehajtó személytől, munkacsoporttól független személynek, munkacsoportnak is el kell végeznie.”

3a.2.3.0200. „El kell végezni a tervek biztonsági szempontból meghatározó jellemzőit tartalmazó elemzések független ellenőrzését eltérő számítási módszerekkel is.”

3a.2.3.0300. „A tervezési alap meghatározása, valamint a vizsgált események elemzése során alkalmazott módszerek és felhasznált adatok megfelelőségét fizikai adatok, kísérletek felhasználásával, vagy más módon kell bizonyítani. A fennmaradó bizonytalanságok kompenzálása érdekében - a biztonsági elemzésben megalapozott, ésszerű mértékben - konzervatív feltételezéseket kell alkalmazni, elsősorban a kezdeti és peremfeltételek konzervatív megválasztásával.”

3a.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.”

Gépész rendszerek tervezése során mind a számítási módszerek és adatok, mind a felhasznált szerkezeti anyagok tulajdonságai nagymértékben szabványokon alapulnak. Mivel a szabványok szakmai konszenzus alapján született szabályozásokat tartalmaznak, az OAH által elfogadott szabványok által előírányzott módszerek, biztonsági együtthatók és más konzervatív feltételezések megfelelőségét nem kell bizonyítani.

Ugyanakkor a magyar fél számára az orosz tervező által ismertetett VVER-1200 típusstervein kívül eső, új konstrukciók, szerkezeti anyagok, rendszertechnikai megoldások, vagy meglévő megoldásoknak a szabványokban előírányzott feltételektől eltérő paraméterek (pl. nyomás, hőmérséklet, vagy sebesség) melletti alkalmazása esetén az NBSZ előírásokat teljes terjedelmükben be kell tartani.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

3a.2.3.0500. „A biztonság igazolására szolgáló elemzéseket oly módon és olyan mélységben kell dokumentálni, hogy azok az atomerőmű teljes élettartama során megismételhetők, 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.”

3a.2.3.0600. „Az atomerőmű élettartama során minden, a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszert, rendszerelemet érintő, az engedélyezett állapottól eltérő helyzetet okozó beavatkozás, módosítás megfelelőségét determinisztikus biztonsági elemzéssel vagy determinisztikus és valószínűségi biztonsági elemzések kombinációjával kell igazolni.”

3a.2.3.0700. „A tervezési alapot, a tervezési alap kiterjesztését és ezek igazolását a tervezés lezárásakor, valamint az atomerőmű teljes élettartama során, rendszeres időközönként, továbbá lényeges új biztonsági információk felmerülése esetén felül kell vizsgálni, és szükség esetén módosításokat kell végrehajtani a determinisztikus és valószínűségi számítások eredményei alapján. Az azonosított hiányosságokat értékelni kell, és időben meg kell tenni a szükséges korrekciós intézkedéseket.”

3a.2.3.0800. „A felülvizsgálat során figyelembe kell venni:

a) az atomerőművi blokkot vagy a működését érintő változásokat a tervezés vagy a megvalósulás fázisában, és működése során;

b) bármely a biztonságot szignifikáns módon befolyásoló, érintő új műszaki és tudományos ismeretet az atomerőművi blokk viselkedéséről és a hibalehetőségekről;

c) bármely olyan anyagi tulajdonság megváltozását öregedés vagy más hatás miatt, amelyet nem vettek figyelembe;

d) a biztonsági szabványok nemzetközi fejlődését; valamint

e) jelentős, új biztonsági információ felmerülését.”

A biztonság igazolása alapvetően az EBJ feladata. Ennek megfelelően az ezzel kapcsolatos követelmények teljesítésére vonatkozó ajánlások külön útmutatóban szerepelnek.

A gépészeti rendszerek tervezése során a biztonság igazolására vonatkozó feltételek fennállását a későbbi engedélyezési fázisokban (gyártási, beszerzési, szerelési, üzembe helyezési és üzemeltetési engedély) is bizonyítani kell. Ezeket a biztonsági elemzéseket esetleg más tervező intézmények készítik, részletesebb információn alapulnak, emellett a

hatósági engedélyezéshez is szükség van az eredmények független szakértői felülvizsgálatára.

A gépészeti rendszereket általában hosszúéletű –lásd NBSZ 10. kötet 75. Hosszúéletű rendszerelemek meghatározásnál - (a blokk üzemidejével megegyező) rendszerekként tervezik. Ennek ellenére számítani kell azok esetleges átalakítására, új rendszerekhez való kapcsolódására, a tervben nem feltételezett igénybevételek következményeinek értékelési igényére stb. (Ajánlásokat ld. 1.5. útmutató: „Atomerőművi műszaki átalakítások felügyelete”)

Az atomerőműi blokk üzemeltetése során tízévenként el kell végezni az időszakos biztonsági felülvizsgálatot a tudomány és technika aktuális fejlettségi szintjével összhangban fejlődő biztonsági követelmények szerint. (Ennek ajánlásait az A1.39 v2 útmutató: Időszakos Biztonsági Jelentés és az MSZ 27011-1-9 szabványsorozat tartalmazza.)

Fentiek miatt a biztonsági elemzéseket úgy dokumentálják, hogy annak alapján a teljes tervezési folyamat a műszaki tervig visszavezethetően ellenőrizhető és megismételhető legyen.

5.2. Előzetes és Végleges Biztonsági Jelentés készítése

3a.2.3.2700. „Az atomerőművi blokk létesítését, üzembe helyezését és üzemeltetését megelőző hatósági engedélyeztetési eljárások megalapozásához Biztonsági Jelentést kell készíteni. A Biztonsági Jelentésben egységes rendszerbe kell foglalni az atomerőmű létesítésére, üzembe helyezésére és üzemeltetésére vonatkozó követelmények teljesítésének igazolására vonatkozó információkat.”

3a.2.3.3100. „Az engedélyesnek valamennyi, az Előzetes és Végleges Biztonsági Jelentésben hivatkozott vagy figyelembe vett - nyilvánosan nem hozzáférhető - dokumentációval rendelkezni kell.”

A Végleges Biztonsági Jelentés figyelembe veszi a létesítés folyamatában a gépészeti rendszerek terveiben a gyártás és szerelés közben bekövetkezett változtatásokat, valamint a rendszerek és rendszerelemek üzembe helyezési tapasztalatait. A tervező ezek figyelembevételével bizonyítja a blokk biztonsági üzemeltethetőségét, valamint pontosítja az egyes rendszerek és rendszerelemek üzemeltetési korlátozásait és feltételeit.

5.3. Üzemeltetési feltételek és korlátok

3a.2.5.0100. „A tervezési folyamat során meg kell határozni a rendszerek és rendszerelemek üzemeltetésének azon feltételeit és korlátait, amelyek betartása mellett igazolt, hogy az atomerőmű a Biztonsági Jelentésben dokumentált tervezői

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

célkitűzéseknek megfelelően, a nukleáris biztonsági követelményekkel összhangban üzemeltethető.”

Az üzemeltetési korlátok és feltételek részletes ajánlásai a kidolgozás alatt álló N4.2: Üzemeltetési korlátok és feltételek hatósági útmutatóban vannak leírva.

A gépészeti rendszerek közül legalább az alábbi rendszerek üzemviteli feltételeit és korlátozásait rögzítik:

- a) a primerköri hőhordozó rendszer,
- b) a zóna üzemzavari hűtőrendszerek,
- c) a konténment kiszolgáló rendszerei,
- d) egyéb, biztonsági osztályba sorolt rendszerek, ún.
- e) főgőzrender (a főgőz biztonsági és hermetizáló szerelvényekkel),
- f) tápvízrendszer (az hermetizáló és szabályozó szerelvényekkel),
- g) üzemzavari tápvízrendszer,
- h) a tiszta kondenz tartályok rendszere,
- i) biztonsági hűtővízrendszer,
- j) technológiai hűtővízrendszer,
- k) a végső hőelnyelő,
- l) a blokkvezénylő üzemzavari szűrőrendszere,
- m) a blokkvezénylő üzemzavari hőmérséklet ellenőrző rendszere,
- n) a biztonság szempontjából kiemelt helyiségek levegőhűtő és tisztító rendszere,
- o) a pihentető medence hűtőrendszere.

Az egyes üzemviteli feltételeket és korlátozásokat különálló, részletes dokumentációban kell megalapozni.

Gépészeti rendszerek tervezése szempontjából az üzemeltetési korlátok és feltételek közül az alábbiak érdemelnek különös figyelmet:

- a) a gőzfejlesztő üzemmódjainak meghatározása,
- b) a normál üzemi, próba, védelmi és biztonsági korlátozások és az azokat megvalósító rendszeres elemek meghatározása,
- c) az egyes rendszerek és rendszeres elemek megengedett igénybevételi ciklusszámának meghatározása,

- d) az egyes gépészeti rendszerek üzemi közegeinek normái, valamint
- e) az egyes rendszerek és rendszerelemek ciklikus próbáinak gyakorisága.

6. SPECIÁLIS TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEK

6.1. Biztonsági osztályba sorolt rendszerek tervezése

3a.3.1.0100. „A biztonsági osztályba sorolt rendszerek és rendszerelemek tervezése során a megkövetelt tervezési kritériumok teljesítése érdekében elsősorban a redundancia, diverzitás, fizikai és villamos betáplálás szempontjából történő elválasztás, funkcionális elkülönítés és függetlenség, valamint független adatkapcsolat és meghibásodás-védett tervezési elveket kell alkalmazni. Az ilyen rendszereket megbízható, minősített rendszerelemek alkalmazásával, szükség szerint független segédrendszerek kialakításával kell megtervezni.”

A redundancia lényege, hogy egy biztonsági funkció ellátására több berendezést terveznek, mint amennyi az adott funkciót el tudja látni. Ily módon a redundancia lehetővé teszi egy vagy több rendszerelem meghibásodását, vagy rendelkezésre nem állását anélkül, hogy az adott biztonsági funkció ellátását veszélyeztetné. Gépészeti rendszerek tervezésekor a redundancia vonatkozhat komplett rendszerekre, a rendszerek egyes ágaira, vagy egyes rendszerelemekre (pl. szivattyúkra, szerelvényekre) is.

Az egyes rendszerek, ágak és rendszerelemek megkövetelt megbízhatóságának szintjét valószínűségi alapú biztonsági elemzésekkel, a biztonságra gyakorolt hatás értékelésével, mérnöki becsléssel, a meghibásodás módjának elemzésével vagy egyéb módon lehet alátámasztani.

A redundancia mértéke passzív rendszerekre kisebb lehet, mint az aktív rendszerekre. Ugyanakkor sok passzív gépészeti rendszer működésbe lépéséhez gyakran aktív elem (pl. visszacsapó szelep) működése szükséges. Az ilyen rendszerelemek megbízhatóságára különös figyelmet kell fordítani.

Az alkalmazott redundancia foka az elérni kívánt megbízhatósági szint, az üzem közbeni vizsgálatok módja és egyéb tényezők függvénye: pl. amikor egy biztonsági funkciót megvalósító rendszerrel szükséges egy rendszerágnak üzem közbeni ellenőrzése és esetleg javítása továbbá nem-detektálható meghibásodás lehetőségét is feltételezzük, a szokásos alkalmazott redundancia fok a 4 x 50 % vagy 3 x 100 %. Ez a megoldás biztosíthatja, hogy egy rendszerelem vagy rendszerág javítása közben az üzemben, illetve

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

készenlétben maradt rendszerelemekkel vagy rendszerágakkal is teljesüljön az egyszeres meghibásodás tűrés elve.

3a.3.1.0200. „Minden kiinduló eseményre igazolni kell, hogy az esemény lefolyásában érintett mélységi védelmi szinthez tartozó biztonsági funkció megvalósításában részt vevő rendszer és rendszerelem független a többi mélységi védelmi szinthez tartozó rendszertől és rendszerelemtől.”

3a.3.1.0300. „A függetlenség teljesebb biztosítása érdekében, ésszerű mértékben, szisztematikusan meg kell valósítani, hogy a kiinduló eseményektől függetlenül egy biztonsági osztályba sorolt rendszer vagy rendszerelem a mélységben tagolt védelem csak egy meghatározott szintjéhez legyen köthető.”

A meghibásodások terjedésének megakadályozásában segítenek a következő tervezési elvek:

- a) a függetlenség biztosítása a kezdeti esemény és az azt kezelni hivatott biztonsági funkció között,
- b) a függetlenség fenntartása a redundáns rendszerek, rendszerelemek között,
- c) a különböző biztonsági osztályba tartozó rendszerelemek közötti függetlenség biztosítása,
- d) függetlenség a biztonsági és a nem biztonsági rendszerelemek között.

A függetlenség elérésének két fő útja van, a funkcionális elkülönítés és a fizikai szétválasztás.

A funkcionális elkülönítés (visszahatás mentesség) csökkenti annak a valószínűségét, hogy egy rendszer vagy rendszerelem működése vagy meghibásodása a vele kapcsolatban álló rendszer vagy rendszerelem meghibásodását okozza.

A legtöbb külső eredetű közös okú meghibásodás ellen hatékony eszköz a fizikai szétválasztás, amelynek fajtái:

- a) geometriai szétválasztás (távolság, tájolás, stb.),
- b) szétválasztás fizikai gátak segítségével,
- c) a két fenti módszer kombinációja.

A szétválasztás korlátozódhat az egyes redundáns ágak elválasztására és kiterjedhet az összes redundáns ág és a feltételezhető veszélyforrások szétválasztására is.

A függetlenség megvalósítása különösen nehéz olyan helyeken, ahol az elrendezés jellegéből fakadóan sok, különböző biztonsági osztályba tartozó

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

rendszerem található, pl. konténment, falátvezetések a hermetikus helyiségrendszer falán. Ilyen helyeken különös gonddal kell felmérni a lehetséges veszélyeket (tűz, elárasztás, földrengés, magas hőmérséklet, magas páratartalom, stb.), hogy a védekezés a közös okú meghibásodás ellen hatékony legyen. Ahol a függetlenség bizonyos külső behatásoktól nem biztosítható, ott az adott hatással szemben ellenálló berendezéseket kell alkalmazni.

3a.3.1.0400 „A biztonsági osztályba sorolt rendszerek és rendszerlemek tervezése során ésszerűen megvalósítható mértékben a passzív, inherens biztonságos megoldásokat kell alkalmazni, amelyek biztosítják, hogy a rendszerek és rendszerlemek meghibásodása - külső beavatkozás nélkül is - biztonságos állapothoz vezet.”

A passzív és inherens biztonságra építő tervezési elvek elfogadása az Előzetes Biztonsági Jelentés feladata. A gépészeti rendszerek tervezése során ilyen, passzív megoldások példái lehetnek:

- a) a zóna üzemzavari hűtés megoldása nagy nyomáson tárolt gázközeg energiájának felhasználásával,
- b) a maradékhő elvezetése a természetes cirkuláció elvének felhasználásával,
- c) gravitációs elven működő üzemzavari hűtőrendszerek alkalmazása,
- d) a konténment hűtése a külső levegő kürtő (huzat) hatásának figyelembe vételével,
- e) a passzív rendszerek működésbe lépéséhez szükséges eszközök egyszerű konstrukciójának biztosítása (visszacsapó szelepek, robbanószelepek) alkalmazása stb.

3a.3.1.0500. „A biztonsági osztályba sorolt rendszerek és rendszerlemek tervezésénél törekedni kell arra, hogy azok meghibásodás vagy rendellenes üzem esetén automatikusan olyan állapotba vagy pozícióba kerüljenek, hogy az általuk befolyásolt folyamatokat ne súlyosbítsák, hanem a biztonság irányába változtassák azokat, tehát legyenek meghibásodásbiztosak. Ha az egyes biztonsági osztályba sorolt rendszerek és rendszerlemek több különböző pozícióban vagy állapotban is látnak el biztonsági funkciót, akkor meg kell határozni, hogy mely biztonsági funkció elmaradása vezet súlyosabb következményhez. Az így meghatározott biztonsági funkció meghibásodásbiztos ellátását kell előnyben részesíteni a tervezés során.”

Kívánatos a biztonsági rendszerek és rendszerlemek tervezésénél, hogy a megbízható berendezések kiválasztása és alkalmazása mellett a rendszerek

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

rendelkezzenek azzal a tulajdonsággal, hogy a legvalószínűbb meghibásodási módjaikban az atomerőmű biztonságos üzemállapotba kerüljön.

Gépészeti rendszereknél meghibásodás-védett megoldás lehet a természetes cirkulációs hűtés, a villamos vagy gáz betáplálás kimaradása esetén a biztonság irányába valamilyen tárolt energia segítségével elmozduló beavatkozó szervek (elzáró szerelvények, szabályzó rudak, stb.) alkalmazása, folyékony közegek gravitációs vagy más tárolt energiával való továbbítása.

A gyakorlatban nem minden esetben biztosítható, hogy egy biztonsági rendszer vagy rendszerelem funkció meghibásodása önmagában az atomerőmű biztonságos üzemállapotba kerülésének irányában hasson. Ilyenkor más módon kell a biztonságot garantálni.

3a.3.1.1000. „A közös okú meghibásodás lehetőségét figyelembe kell venni annak meghatározása során, hogy a redundancia, diverzitás, a fizikai elválasztás, valamint a funkcionális elkülönítés elveit hol és milyen módon kell alkalmazni a megkövetelt funkció és megbízhatóság megvalósításához.”

Az egyszeres meghibásodás tűrés kritériuma az atomerőmű biztonságában igen fontos szerepet tölt be, de a hatékonysága korlátozott, tehát nem biztos, hogy elégséges védelmet jelent egy csupán egyszeres meghibásodás tűró biztonsági funkció. Mivel az egyes rendszerek és rendszerelemek függetlensége teljes mértékben nem valósítható meg, a redundancia alkalmazása önmagában nem mindig képes a megbízhatóságot a megfelelő szinten garantálni.

A felsorolt okok hatása lehet igen széles körű, gyakorlatilag az egész erőművet érintő (pl. földrengés), és csak néhány komponenst érintő (pl. egy hegesztő által több varratnál elkövetett hiba, egy szivattyútípus konstrukciós hibája).

Tovább kategorizálhatóak a hatások aszerint, hogy erőművön belüliek vagy kívüliek. Erőművön belüliek lehetnek pl. tűz, belső árasztás, robbanás, forgó vagy nagynyomású rendszerek meghibásodásából származó repülő tárgyak és az emberi hibák. A külsők közé tartoznak a földrengés, árvíz, vihar, mint természetes veszélyforrás és a repülőgép rázuhanás, robbanás, tűz és több blokkos atomerőmű esetén a másik blokkból származó hatások, stb. A tűz elleni védekezés kiemelt fontosságú, mivel egyidejűleg nagyon sok berendezésre hathat és a legkülönbözőbb helyeken, illetve okokból keletkezhet.

A közös okú meghibásodások elleni védekezés alapvető eszközei a diverzitás és a függetlenség.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

A diverzitás, azaz különbözőség alkalmazása az egyik hatékony módszer a közös okú meghibásodásokkal szemben. A diverzitás minden olyan folyamatban vagy berendezésnél alkalmazható, ahol a közös okú meghibásodás felmerülhet, pl.

a) Emberi különbözőség:

Különböző cégek vagy csoportok alkalmazása a folyamatokban, kezdve a tervezéstől a gyártáson át az üzemeltetésig és karbantartásig. Annak ugyanis kisebb a valószínűsége, hogy a különböző csoportok elkövetik ugyanazt a hibát.

b) Funkcionális különbözőség:

Eltérő működési elv alkalmazása: pl. közegbetáplálás villamos hajtású szivattyúval, sűrített gáz energiájának felhasználásával (hidroakkumulátorral), vagy gravitációs úton ejtőtartályból; szivattyú hajtása villanymotorral vagy gőzturbinával.

c) Berendezés különbözőség:

Eltérő berendezések használata a redundáns rendszerágakban, pl. különböző, egymás tartalékát képező szivattyúk, elzáró szerelvények alkalmazása csővezetéki rendszerekben.

A diverzitás alkalmazásánál vizsgálni kell, hogy a különbözőség valóban megvalósul-e. Előfordulhat ugyanis, hogy a közös ok fennáll, pl. különböző karbantartói csoportok alkalmazásakor a közös képzésben, különböző gyártóműtől származó berendezéseknél az azonos gyártási eljárás vagy azonos alapanyag használatában, stb.

A diverzitás alkalmazása során azonban értékelni kell, hogy a különböző elvű, különböző kivitelű alrendszerek, rendszerelemek üzemeltetése, karbantartása, tesztelése és javítása jelentősen nehezítheti a későbbi üzemeltetés feltételeit.

A függetlenség fenntartása a tervezés során a következő elvek mentén valósítható meg:

- a redundáns rendszerek ágainak függetlensége a lehetséges mértékig, illetve amennyire az az általános biztonsági szint emeléséhez hozzájárul,
- a rendszerelemek függetlensége a lehetséges kiindulási események hatásaitól (a kiinduló esemény ne okozza azon biztonsági funkció elvesztését, amelynek csökkentésére az hivatott,
- a különböző biztonsági osztályokba sorolt rendszerelemek függetlensége (az alacsonyabb biztonsági osztályba sorolt rendszerelem hibája ne

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

okozza a magasabb biztonsági osztályba sorolt rendszerelem meghibásodását).

3a.3.1.1100. „A tervezésnél alkalmazni kell az egyszeres hibatűrés követelményét. A rendszerlemek szándékolatlan működésének lehetőségét egy lehetséges meghibásodási módként kell kezelni. Passzív rendszerelem meghibásodását figyelembe kell venni, hacsak nem igazolható, hogy a passzív rendszerelem meghibásodása nagyon kis valószínűségű, vagy nem befolyásolja az adott funkciót.”

Az egyszeres meghibásodás tűrés elvét érvényesítik minden olyan biztonsági rendszerre, amely a tervezési alapon szereplő kezdeti esemény kezelésében részt vesz és a megadott határértékek túllépésének megakadályozásában szerepe van, azaz amelyek működése nélkül egy adott biztonsági funkció nem valósulna meg. Általában a reaktor leállításában, az üzemzavari zónahűtésben, a maradványhő eltávolításban és a konténment nyomáscsökkentésben, hűtésben közreműködő rendszerek tartoznak ide.

Egy biztonsági funkció egyszeres meghibásodás tűrő voltát úgy kell ellenőrizni, hogy az azt ellátó rendszerben sorban fel kell tételezni minden egyes alkotóelem valamennyi meghibásodását, a téves működésbelépést is beleértve.

Az ellenőrzéskor nem szükséges a passzív alkotóelemek meghibásodását feltételezni. Ezt azonban megfelelően indokolni kell, figyelembe véve az alkotóelemnek a kiinduló esemény utáni szükséges működési idejét és a meghibásodás lehetséges következményeit is. Rövid idejű működés esetén, ami általában egy napnál rövidebb működést jelent, el lehet tekinteni a meghibásodás feltételezésétől, hosszú idejű (egy napnál hosszabb) működés esetén nem, pl. az üzemzavari zónahűtő és konténment nyomáscsökkentő, hűtő rendszerek esetén hosszú idejűnek a recirkulációs (zsompon keresztül keringtetett) üzemmód tekintendő.

A biztonsági funkciók meg nem felelése az egyszeres meghibásodás tűrés elvének akkor fogadható el, ha az adott funkció működését kiváltó feltételezett kezdeti esemény nagyon ritka, a feltételezett kezdeti esemény következményeinek a súlyossága kicsi, ha egyes alkotóelemeket korlátozott időre üzemem kívül helyeznek ellenőrzés, javítás vagy karbantartás céljából. Ebben az esetben azonban igazolni kell, hogy az egyszeres meghibásodás tűrés elvének sérülése mellett a funkció elmaradásának valószínűsége, illetve az emiatt fellépő kockázat még elfogadható szintű.

3a.3.1.1900. „A biztonsági osztályba sorolt rendszerek, rendszerlemek tervezése, kivitelezése és karbantartása során biztosítani kell, hogy minőségük és

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

az általuk megvalósított biztonsági funkciók megbízhatósága megfeleljen osztályba sorolásuknak.” (

3a.3.1.2000. „Az egyes biztonsági osztályokra meg kell határozni:

a) a tervezés, gyártás, szerelés és ellenőrzés során alkalmazandó megfelelő követelményeket és szabványokat,

b) a tartalék energiaforrásból való betáplálás szükségességét,

c) a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek rendelkezésre állásának vagy rendelkezésre nem állásnak feltételezését a determinisztikus biztonsági elemzésekben, és

d) a minőségi követelményeket, és

e) a környezetállósági minősítés követelményeit.”

3a.3.1.2100. „Be kell mutatni és igazolni kell a biztonsági osztályba sorolás, valamint a hozzárendelt tervezési, gyártási előírások összhangját, beleértve az alkalmazott kódokat és szabványokat.”

3a.3.2.1500. „A tervezés során a szerkezeti anyagok kiválasztásakor, az anyag- vagy termékszabványok valamint az atomreaktorok gyártási és üzemeltetési tapasztalatai alapján az osztályba sorolásuknak megfelelően, differenciált módon meg kell határozni az ellenőrzéseket, anyagvizsgálatokat és a dokumentálás követelményeit.”

A biztonsági funkciók megbízhatóságának szintjét befolyásolja az azokat ellátó rendszerekkel kapcsolatban végzett tevékenységek minősége.

3a.2.2.2300. „A külső és belső eredetű veszélyeztető tényezők, így különösen tűz, elárasztás, földrengés, elektromágneses interferencia, légszennyezés által kiváltott esemény alatt és azt követően biztosítani kell, hogy az atomerőmű ellenőrzött állapotban maradjon, illetve amennyiben szükséges, biztonságos leállított állapotba kerüljön. A rendszereket, rendszerelemeket a külső és belső eredetű veszélyeztető tényezőkkel szembeni ellenállóság, de legalább földrengés-állóság szempontjából is osztályba kell sorolni, és a tervezés során ennek megfelelő és differenciált követelményeket kell alkalmazni a 3a.3.6. pont alapján.”

A különböző osztályokhoz tartozó rendszerek és rendszerelemek vonatkozásában – a tervezési kézikönyv részeként - differenciált követelményrendszert kell kidolgozni, amelyben legalább a következő modulok szerepelnek:

Az 1. osztály követelményeket az MSZ 27003-1-1;a 2 osztályt az MSZ27003-1-2, míg a 3 osztályt az MSZ 27003-1-3 tartalmazza:

a) Tervezés

- b) Beszerzés
- c) Gyártás
- d) Hegesztés
- e) Szerelés
- f) Üzembe helyezés
- g) Ellenőrzések és vizsgálatok
- h) Környezetállósági minősítés

A biztonsági osztályba sorolás szerinti differenciált követelmények egyes moduljaiban legalább az alábbi szempontok szerinti követelményeket sorolják fel:

- a) A szervezettel szembeni követelmények
- b) Dokumentumokkal kapcsolatos követelmények
- c) Ellenőrzési szintek
- d) Jóváhagyási szintek
- e) Nem-megfelelőségek kezelése
- f) Visszacsatolások
- g) Rendszerelem-specifikus követelmények

6.2. Tervezés élettartamra

6.2.1. Tervezési élettartam

3a.3.2.0100. „Meg kell határozni az atomerőmű tervezett élettartamát és azt, hogy mely biztonsági vagy fizikai gát funkciót teljesítő rendszerelem élettartama határozza meg, vagy korlátozza ezt az élettartamot.”

3a.3.2.0200. „Az élettartamot korlátozó degradációs folyamatok elemzésével bizonyítani kell, hogy a nem cserélhető rendszerelemek és a nem cserélendő passzív biztonsági és fizikai gát funkciót megvalósító rendszerelemek élettartama legalább olyan hosszú, mint az atomerőmű egészére meghatározott tervezett élettartam, figyelembe véve a teljes élettartam során várható terheléseket és öregedési folyamatokat a szükséges tartalékokkal.”

3a.3.2.0300. „Meg kell határozni, hogy milyen feltételek mellett teljesíthetők a tervezett élettartam alatt a nukleáris biztonsági követelmények.”

3a.3.2.0400. „Amennyiben a rendszer, rendszerelem élettartama rövidebb, mint az atomerőmű tervezett élettartama, ezek felújíthatóságát, cserélhetőségét biztosítani kell.”

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

3a.3.2.0500. „A leszerelés megkezdéséig és a leszerelés során funkciót ellátó rendszerek, rendszerelemek tervezett élettartamában figyelembe kell venni a leszereléshez szükséges időtartamot is.”

Az atomerőművi blokk tervezett élettartamának meghatározása a blokk engedélyesének feladata. A blokk tervezett élettartamának meghatározása azért szükséges, hogy ennek alapján az egyes szaktervezők, illetve gyártóművek meg tudják határozni az általuk tervezett berendezések ciklikus igénybevételeinek számát.

Az élettartamot korlátozó gépészeti rendszer elemeket az üzemeltetés során várható öregedési folyamatok és degradációs helyek elemzése alapján határozzák meg. Ennek kapcsán figyelembe veszik a berendezések, illetve azok egyes alkatrészeinek cserélhetőségét. Nem cserélhetőnek csak azokat a rendszer elemeket kell tekinteni, amelyek cseréjére sugárvédelmi, hozzáférhetőségi, vagy más megfontolások miatt a blokk üzemeltetése során ténylegesen nem kerülhet sor (pl. reaktortartály, betonba helyezett csővezetékek stb.) Ennek során elemzik egyes, öregedési folyamatnak kitett alkatrészek mechanikai eltávolításának és hegesztéssel történő pótlásának lehetőségeit.

A tervezett üzemidő esetleges meghosszabbítási programjának támogatása érdekében minimalizálják a nem cserélhető rendszer elemek mennyiségét.

Az öregedési folyamatok elemzésével az N3a.13. *„Az öregedési folyamatok figyelembevétele az új atomerőművek tervezése során”* c. útmutató ad ajánlásokat.

A nukleáris biztonsági követelmények teljesülésének feltételeit a tervező határozza meg. Ennek kapcsán megalapozzák a passzív gépészeti rendszerek nyomáspróbáinak, illetve az aktív rendszerek időszakos funkció- és teljesítménypróbáinak, a karbantartásoknak, az anyagvizsgálati és állapotfelügyeleti programoknak a terjedelmét, ciklusidejét, kritériumait és dokumentációs előírásait.

A műszaki állapot fenntartására irányuló programok végrehajtására vonatkozó ajánlásokat az A4.21. *„Atomerőmű karbantartási, próba ellenőrzési és felügyeleti programja”* c. útmutató tartalmazza. Figyelembe kell venni a programok kialakításánál az MSZ 27020-1;-7 Erőművek üzemeltetése és karbantartása című szabvány sorozatban leírtakat.

A leszerelés során funkciót ellátó rendszerek, rendszer elemek tervezett üzemidejét az Előzetes Biztonsági Jelentésben szereplő előzetes leszerelési terv védett megőrzésre vonatkozó időtartamának figyelembe vételével határozzák meg.

6.2.2. Szerkezeti anyagokkal kapcsolatos követelmények

3a.3.2.1600. „Új anyagok és gyártási módszerek esetén környezetállósági és szeizmikus minősítési eljárást kell lefolytatni, amely alapján a felhasználás céljának és követelményeinek való megfelelés igazolható.”

3a.3.2.0600. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek tervezésekor olyan szerkezeti anyagokat kell alkalmazni, amelyek:

a) kipróbáltak, környezetállósági szempontból minősítettek, megfelelnek a tervezési és környezeti feltételeknek,

Az új atomerőművi RRE-k környezetállóságának minősítésével a N3a.15. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerelemek környezetállósági minősítésének módszere és folyamata az új atomerőművek tervezése során” c. útmutató foglalkozik. A gépészeti berendezésekben alkalmazott acél anyagok a környezeti feltételeknek általában jól ellenállnak, ugyanakkor bizonyos környezeti jellemzőkkel szembeni ellenálló képességről a tervezőnek meg kell győződnie. Ilyenek pl.

- nagy dózisu sugárzás,
- nedvesség és páratartalom (amennyiben technológiai okok miatt a korrózióvédelem nem kivitelezhető),
- eróziós hatások,
- vegyi hatások,
- földrengés.

Nem acél anyagok (pl. tömítések, hőszigetelő anyagok stb.) esetén az előbb említett hatások mellett a környezeti hőmérséklet és nyomás, az elárasztás és a gőz hatása is figyelembe veendő szempont.

b) minőségi osztályuk, jellemzőik igazoltan a tervezésnél alkalmazott szabvány vagy tervezői specifikáció által megadott határértéken belüliek,

A szabványok által lehetővé tett többféle minőségi osztály, illetve – ehhez kapcsolódóan – többféle dokumentációs szint kiválasztása a tervező felelőssége; a tervezési specifikáció határozza meg az alkalmazandó határértékeket.

c) neutronsugárzásnak kitett rendszerek, rendszerelemek esetében

ca) a felaktiválódásra a lehető legkevésbé hajlamosak, szerkezetük pedig olyan, hogy felaktiválódás esetén a felaktiválódott részek helyben maradnak,

cb) a sugárzás hatására sem romlik a feszültségkorrózió-állóság,

d) a neutronsugárzásnak kitett ABOS 1. biztonsági osztályba sorolt rendszerelemek esetén anyagtulajdonságainak változása a lehető legkisebb és ellenőrizhető a teljes élettartam alatt,

A fémes szerkezeti anyagok a legtöbb nagy energiájú sugárzással szemben ellenállóak. A nehéz részecskék becsapódása csak egy vékony felületi rétegben hoz létre károsodást. A nagy energiájú ún. gyors neutronok és a nagy energiájú gammasugárzás azonban képesek nagy mélységbe behatolni a fémekbe és egyúttal a fémes szerkezeti anyagokat károsítani. A gyakorlatban leginkább az $E \geq 0,1 \text{ MeV}$ feletti energiájú neutronok okozhatnak károsodást az acélananyagokban. Ilyen energiájú neutronok az atomerőművekben csak a reaktor aktív zónájában keletkeznek, és a zónát körülvevő vízréteg nagymértékben lassítja azokat.

Ez a romlási folyamat a reaktortartálynak az aktív zóna magasságában elhelyezkedő részét, valamint a reaktor zóna körüli belső elemeit károsíthatja, míg a távolabbi alkatrészeknél nincs jelentős hatása. A primer kör egyéb fém alkatrészeinél a károsodás mértéke elhanyagolható, mert igen kicsi a neutron fluxus és a gamma sugárzás hatása is jelentéktelen. (A műanyag és szerves anyagok esetében azonban a lágy gammasugárzás is erősen öregítő hatású. Pl. a festékek, korrózióvédő bevonatok, kábelek stb. sugárkárosodása jelentős lehet.)

A sugárzás a gépészeti rendszerek acélanyagaiban háromféle öregedési mechanizmust gerjeszthet: A sugárkárosodás a reaktoranyagok törési szívósságának csökkenését okozza.

VVER reaktorok esetén maga a nukleáris üzemanyag, valamint a zónát közvetlenül határoló tartályon belüli berendezések esetén feltételezhető a duzzadásos romlási folyamat megjelenése. A duzzadás nagy gyorsneutron sugárzási térben üzemelő anyagokra jellemző öregedési folyamat. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy az említett körülmények között intermetallikus vegyületek jönnek létre, amelyek fajtérfogata nagyobb, mint az eredeti acélé, valamint a magreakciók eredményeként az acélban hélium gyűlik fel. Ez a folyamat a börtartalmú elnyelő anyagokban is megfigyelhető.

A reaktor belső szerkezeteinek üzemi hőmérséklete általában elegendően alacsony ahhoz, hogy korlátozza a duzzadás hatását. Azonban, ha a hőmérséklet lokálisan növekszik (pl. a vastagabb részekben a gamma hevítés miatt), duzzadás léphet fel és lokális alakváltozások alakulhatnak ki.

Sugárzással segített feszültségkorrózió (IASCC): Könnyűvízes reaktorokban sugárzásnak és magas hőmérsékletű vizes környezetnek kitett rozsdamentes

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

acélok vagy nikkal alapú ötvözetek környezet által kiváltott szemcseközi repedése sugárzás segítette feszültségkorróziós törésként is ismert. Ez a jelenség nem kívánja érzékeny mikrostruktúra vagy magas húzófeszültség jelenlétét, ami a feszültségkorróziós folyamatok alapfeltétele. Ausztenites acélból készült reaktortartályon belüli rendszerelemek meghibásodása több nyomottvízes atomerőműben is előfordult. Tapasztalták terelőlemez csavarkötések, szabályzó rúd burkolat, csapok, reteszek és egyéb csavarkötések meghibásodását.

e) degradációs folyamataik az adott körülmények között és közegben ismertek, a degradáció a tervezett élettartamon belül a funkciót nem korlátozza,

A Paksi Atomerőmű 1-4. blokkjának öregedés-kezelési tapasztalatait ajánlott figyelembe venni az új blokkok tervezése során. Ezzel kapcsolatos ajánlások a 4.12. „Öregedéskezelés az atomerőművek üzemeltetése során” c. útmutatóban található.

Ezen kívül a mértékadó nemzetközi szakirodalom és szabályozás dokumentációinak figyelembevétele ajánlott, pl.

- US NRC - NUREG 1801: Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report
- IAEA - NS-G-2.12 Ageing Management for Nuclear Power Plants
- IAEA-NULIFE VERLIFE: Unified Procedure for Lifetime Assessment of Components and Piping in WWER NPPs during Operation

f) olyan felületi kiképzést tesznek lehetővé, amelyek az üzemeltetés és a leszerelés során a lehető legnagyobb mértékben dekontaminálhatók, továbbá

g) tűzállóak, vagy a tűzveszélyességük kellően korlátozható.”

Az új atomerőművi blokkok dekontaminálhatóságra vonatkozó ajánlásokra ki kell dolgozni az új atomerőművi rendszerelemek műszaki sugárvédelmi tervezésére vonatkozó útmutatót, a tűzállóságról, ill. tűzveszélyességre vonatkozó követelményekről, pedig az 5/2015. (II. 27.) BM rendelet a tűzvédelem atomenergia alkalmazásával kapcsolatos sajátos követelményeiről és a hatóságok tevékenysége során azok érvényesítésének módjáról szól

Az anyagok kiválasztása során a tervezőnek ajánlott nemcsak az atomerőművek üzemeltetéséből, hanem az általános ipari gyakorlatból, kutatásokból és fejlesztésekből származó tapasztalatokat is figyelembe venni, különös tekintettel az egyes anyagok alkalmazása során szerzett negatív, vagy korlátozásra intő tapasztalatok hasznosítására.

Új, nem kipróbált anyagok választása csak abban az esetben indokolható, ha az egy meglévő, a korábban használt anyagokban azonosított probléma

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

megoldásához szükséges, vagy kiemelkedő előnyökkel kecsegtet (sugárdózisok csökkentése, erózió, vagy korrózióállóság növekedése stb.)

Új, primerkörü rendszerekben használandó anyagok alkalmazása előtt a következő vizsgálatokat végzik el az anyagra javasolt hőmérséklet tartományban:

- a) szakítószilárdság
- b) folyáshatár
- c) fajlagos nyúlás
- d) fajlagos kontrakció
- e) fajlagos egyenletes elvékonyodás
- f) kúszás
- g) tartamszilárdság
- h) ciklikus szilárdság
- i) ridegtörés kritikus hőmérséklete
- j) a ridegtörés kritikus hőmérsékletének változása az öregedés és kifáradás hatására
- k) képlékenységi tulajdonságok időbeli változása
- l) a törési szívósság, ill.

m) a környezetállósági osztályba sorolástól függően a J-integrál és a J-R görbe

A reaktoranyagok fenti adatait a sugárzás hatását is figyelembe véve kell meghatározni.

A fenti jellemzők meghatározásainak terjedelmét és mélységét minden anyagra az üzemi feltételektől függően a tervezők állapítják meg a hatályos előírások és érvényes szabványok ismeretében.

A mechanikai tulajdonságokat 20 °C-tól kezdve az ajánlott maximális üzemi hőmérsékletet legalább 50 °C-al meghaladó tartományra kell meghatározni.

Az anyag kritikus ridegtörési hőmérsékletét a $(T_k - 100 \text{ °C}) - (T_k + 50 \text{ °C})$ hőmérséklet tartományban kell meghatározni.

A berendezések és csővezetékek ciklikusan terhelt elemeire szükségesek az anyag ciklikus terhelési ellenállásának adatai.

Az anyagok tulajdonságának időbeli stabilitását az anyagok felhasználásakor előforduló hőmérsékleten különböző ideig végzett öregítés után végzett kísérletekkel kell igazolni.

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

Az ütőmunka meghatározását az üzemi hőmérsékleten tervezett idő, a besugárzási dózis, a hőkezelés módja és a gyártási technológia figyelembevételével kell elvégezni. A fenti tényezőktől függően minden anyagra meg kell határozni a ridegtörés kritikus hőmérsékletét.

Az anyagok kiválasztását indokolni kell a kifáradás és feszültség-korróziós repedéssel szembeni ellenállás jellemző értékeivel, figyelembe véve a technológiai tényezőket, pld. előzetes megmunkálás és hőkezelés ilyen irányú hatását.

Meg kell határozni azokat az adatokat, amelyek jellemzik korrózió intenzitását, üzemi körülmények között.

A hegesztendő anyagok esetében meg kell határozni azokat az adatokat, amelyek az ajánlott technológia szerint készített hegesztett kötések tulajdonságait jellemzik. A hegesztett kötések és hőhatásövezetüket ugyan azoknak a próbáknak és kísérleteknek is alá kell vetni, mint az alapanyagot.

Meg kell határozni az anyagok fizikai-mechanikai tulajdonságaira jellemző alábbi adatokat is:

- a) a rugalmassági modulus értékét min. 20-350 fok tartományban, legalább 6 ponton;
- b) a hőtágulási együttható átlagos értékét min. 20-350 fok tartományban, legalább 6 ponton
- c) a hővezetési együttható értékét min. 20-350 fok tartományban, legalább 6 ponton

Az anyag tervezett felhasználási módjára és helyére nem jellemző igénybevételekkel szembeni ellenállás meghatározására szolgáló kísérletek értelemszerűen elhagyhatók.

3a.3.2.1100. „Nem fémes szerkezeti anyagok esetén különösen fontos a blokk egész üzemideje során várható valamennyi környezeti feltételnek való megfelelés értékelése.”

Nem fémes szerkezeti anyagok esetén a környezetállósági minősítés és a minősített élettartam meghatározása során gyorsított öregedési tesztekkel meghatározzák a rendszerelem minősített élettartamát. Amennyiben a garantált élettartam kisebb, mint a blokk tervezett üzemideje, úgy a megfelelő időben történő cseréjét a tervező előírja.

A hegesztéssel kapcsolatos ajánlások kidolgozás előtt állnak.

3a.3.2.1300. „A tervezés során az élettartamot korlátozó degradációs folyamatok elemzésével bizonyítani kell, hogy

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

a) a szerkezeti anyagok szilárdsági tulajdonságai az öregedés hatása ellenére megfelelnek a TA1-4 és TAK1-2 üzemállapotokra számított maximális terheléseknek az üzemállapotra előírt biztonsági tartalékok figyelembevételével, amennyiben az adott üzemállapotban az érintett rendszerelem biztonsági funkciót lát el; és

b) a kritikus szerkezetekben a törésmechanika követelmények is teljesülnek.”

3a.3.2.1400. „A tervezés során az anyag kiválasztáskor be kell tartani a katasztrófális meghibásodás elleni kritériumokat. Vizsgálni kell az összes jellemző törési mechanizmust az érintett rendszerelemeknél.”

3a.3.3.1800. „Vizsgálni kell a ridegtörés elleni védettséget azoknál a rendszerelemeknél, ahol ez szükséges.”

Az élettartamot korlátozó öregedési folyamatok figyelembe vételével kapcsolatos ajánlásokat az N3a.13. „Új atomerőmű öregedés- és élettartam kezelés tervezése” c. útmutató tartalmazza. A tervezés állapota alatt a 6.1 fejezetben idézett (3a.3.2.1500.) NBSZ pont értelmében:

Az anyagvizsgálati és dokumentálási követelmények meghatározása során a tervezőnek ajánlott figyelembe venni a MSZ 27011 szabvány, különböző biztonsági osztályokra vonatkozó differenciált követelményeit:

- a) MSZ 27003-1-1: 1. osztályú berendezések
- b) MSZ 27003-1-2: 2. osztályú berendezések
- c) MSZ 27003-1-3: 3. osztályú berendezések

Ezen kívül alkalmazandó a PAE 1-4. blokk tapasztalatait figyelembe vevő A4.21. sz. útmutató: *Atomerőmű karbantartási, próba ellenőrzési és felügyeleti programja*.

Az időszakos anyagvizsgálatok követelményeinek differenciált követelményei az MSZ 27011: Atomerőművi komponensek időszakos vizsgálati szabályai szabványsorozat alábbi szabványaiban található:

- a) MSZ-27011-2: Az 1. osztályú komponensekre vonatkozó követelmények
- b) MSZ-27011-3: A 2. osztályú komponensekre vonatkozó követelmények
- c) MSZ-27011-4: A 3. osztályú komponensekre vonatkozó követelmények
- d) MSZ-27011-5: Könnyűvízhűtésű erőművek MC osztályú komponenseire és CC osztályú komponenseinek fémburkolatára vonatkozó követelmények
- e) MSZ-27011-6: Könnyűvízhűtésű erőművek 1, 2, 3 és MC osztályú komponenseit megtámasztó szerkezetek követelményei

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

3a.3.2.1700. „Biztosítani kell, hogy a konténmentben használt anyagok fizikai-kémiai tulajdonságai megakadályozzák a TA2-4 és TAK1 üzemállapotot eredményező események során a hidrogénképződést.”

A hidrogén fejlődését annak robbanásveszélyes volta miatt kell megakadályozni. Ezért a hidrogénkezelő rendszerek alkalmazása mellett a hidrogén keletkezését is minden módszerrel csökkenteni kell. Nem ajánlott pl. alumínium hőszigetelés-burkolat alkalmazása az $\text{Al} + 3 \text{H}_2\text{O} + \text{Al}(\text{OH})_3 + 1,5 \text{H}_2$ reakció miatt.

3a.3.2.1800. „A tervezés során a szerkezeti anyagokkal kapcsolatban be kell tartani az alábbi követelményeket:

a) hegesztendő ausztenites öntvények esetén a delta-ferrit tartalmat korlátozni és ellenőrizni kell,

b) a nehezen vizsgálható ausztenites öntvények alkalmazása esetén elemezni és bizonyítani kell a termikus öregedéssel és feszültségkorrózióval szembeni ellenállást,

c) rézötvözetek alkalmazása a tápvíz-, főgőz- és kondenzátum-rendszer üzemi közegeivel érintkező rendszerelemekben nem megengedett,

d) gőz- és nagysebességű vízrendszerekben eróziós korrózióknak ellenálló anyagokat kell alkalmazni, továbbá

e) vízüzemi közeggel érintkező szénacél rendszerelemek esetén az általános korróziós folyamatokra a szilárdsági elemzésekben meghatározott falvastagság tartalmat kell előírni.”

ad a) A delta-ferrit tartalmat hegesztés-technológiai megfontolásokból (a melegrepedés elkerülése) kell korlátozni. A ferrittartalomnak a felrakott fémekben a 350 °C-ig terjedő hőmérsékleten üzemelő szerkezetek 2-8 %, a 350 °C feletti hőmérsékleten üzemelő szerkezetek esetében 2-5% között kell lennie.

Korrózióálló acélöntvények és varratok esetében (a delta-ferrit tartalom egy küszöbértéke fölött: 12 % öntvényre és 6-8 % varratra) számottevővé válhat a termikus öregedés (más szóval: termikus ridegedés). Termikus öregedés következtében az acél keménységének és szilárdsági tulajdonságainak növekedése figyelhető meg a szívóssági tulajdonságok jelentős romlása mellett: az acél ridegebbé válik.

ad b) Az ausztenites acélöntvényekben a ferrit tartalmat az acélöntvény kémiai összetétele határozza meg. Statikus öntésű elemeknél a ferrit tartalom inhomogén elrendeződésére lehet számítani. A termikus öregedés

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

hatására bekövetkező törési szívósság csökkenését az acél ferrit "szigeteiben" bekövetkező krómban gazdag alfa fázis kialakulása okozza.

A mechanikai terheléssel együtt járó feszültségkorrózió a következő négy feltétel együttes megjelenése esetén károsít:

- a) feszültségkorrózióra érzékeny anyag,
- b) elegendően nagy húzófeszültségek,
- c) az alkalmazott anyag számára agresszív környezet (ötvöztelen acél esetén nitrátok és szulfátok, korrózióálló acél esetében kloridok, illetve réz esetében ammónia),
- d) a reakcióhoz szükséges idő.

ad c) A rézötvözetek alkalmazása ellen az szól, hogy a szekunder körben a szerkezeti anyagok korróziós és eróziós hatásának csökkentésére magas pH-jú vízüzemet alkalmaznak. Magas pH-jú vízüzemet viszont csak akkor lehet alkalmazni, ha a szekunder körben nincsenek réz szerkezeti anyagok.

ad d): Az eróziós korrózió a fémek tönkremenetele, illetve a tönkremenetel meggyorsulása azáltal, hogy a fém és a korróziós közeg egymáshoz képest elmozdul. A korróziós termékek oldott ionok alakjában, vagy szilárd formában kerülnek be az oldatfázisba. A nagy sebességgel áramló nedvesgőz vízcseppjeinek felületkoptató hatása a velük érintkezésben levő fém roncsolódásával jár. A vízcseppek korrozív hatásúak is lehetnek. A nedvesgőz eróziójának hatását az erózióknak jobban ellenálló szerkezeti anyagok beépítésével lehet csökkenteni.

Az eróziós korróziót alapvetően befolyásolja az acél Cr+Mo tartalma, a csővezeték geometriája, valamint az üzemi közeg hőmérséklete, áramlási sebessége, pH-értéke, illetve oxigén-tartalma.

Ad e): Az MSZ 27003 nem határoz meg pótlékolást az általános korróziós folyamatokra. Az NCA-1130 szerint: „A szabványsorozat nem veszi figyelembe az üzem közbeni sugárzási, korróziós, eróziós hatások vagy az anyag instabilitása következtében esetleg bekövetkező károsodást. Ezeket a hatásokat a tervezéskor vagy a komponensek és a tartók élettartamának meghatározásakor figyelembe kell venni. Neutronsugárzásnak kitett anyagok tulajdonságaiban bekövetkező változásokat anyagvizsgálati programok alapján meghatározott időközönként ellenőrizni kell.”

7. NYOMÁSTARTÓ BERENDEZÉS ÉS CSŐVEZETÉK TERVEZÉSE

3a.3.3.0100. „A tervezés során meg kell határozni az üzemi körülményeket és a mechanikai terheléseket, terhelési ciklusokat - beleértve a külső és belső

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

veszélyeztető tényezők által kiváltott hatásokat -, amelyek között az adott nyomástartó berendezés és csővezeték üzemelhet.”

3a.3.3.0200. „A méretezést megalapozó, a rendszerelemek megfelelőségét alátámasztó számításokat egységes, a nukleáris iparban elfogadott előírásrendszer vagy szabvány szerint, a rendszerek, rendszerelemek biztonsági osztályának megfelelően kell elvégezni. Be kell mutatni a méretezést alátámasztó számításokat, az egyes terhelési esetekre végzett ellenőrző elemzéseket, továbbá a tervezés során feltételezett körülményeket, megfontolásokat.”

3a.3.3.0300. „Kerülni kell a különböző szabványok, előírás-rendszerek szerint tervezett nyomástartó berendezés és csővezeték alkalmazását. Amennyiben ilyen előfordul, a különböző előírásrendszerek alapján méretezett nyomástartó berendezés és csővezeték illesztésének, összeszerelésének lehetőségét külön elemzéssel kell alátámasztani.”

Atomerőművi nyomástartó berendezések és csővezetékek konstrukciós sajátosságainak meghatározására, továbbá szilárdsági, kifáradási, ridegtörés elleni, valamint nyomáskorlátozási elemzéseinek elvégzésére az MSZ 27003 szabvány javasolt az alábbiak szerint:

a) MSZ 27003-0 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai.

0. rész: Általános előírások az 1. és 2- részhez

b) MSZ 27003-1-1 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai.

1-1. rész: 1. osztályú berendezések

c) MSZ 27003-1-2 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai.

1-2. rész: 2. osztályú berendezések

d) MSZ 27003-1-3 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai.

1-3. rész: 3. osztályú berendezések

e) MSZ 27003-1-5 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai.

1-5. rész: Berendezések tartói

f) MSZ 27003-1-6 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai.

1-6. rész: Zónatartó szerkezetek

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

g) MSZ 27003-1-8 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai.

1-8. rész: Előíró melléklet az MSZ 27003 szabványsorozathoz

h) MSZ 27003-1-9 Nukleáris létesítmények berendezéseinek konstrukciós szabályai.

1-9. rész: Tájékoztató melléklet az MSZ 27003 szabványsorozathoz

8. ELRENDEZÉS

3a.3.5.0100. „A rendszerelemek elrendezésénél a közös okú hibák elkerülése érdekében a redundancia, a diverzitás és a függetlenség követelményeit figyelembe kell venni.”

3a.3.5.0200. „Az elrendezésnek biztosítania kell, hogy a tervezési alapon szereplő események valamint az egyes építmények, rendszerek kölcsönhatásai ne okozhassanak elfogadhatatlan mérvű károsodást az atomerőműben.”

3a.3.5.0300. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos redundáns rendszereket megfelelő fizikai elválasztással kell tervezni.”

A 6.2.1. Tervezési élettartamcímű fejezetben tárgyalt (3a.3.2.0400.) pontnál megfogalmazott gondolatokat itt is kell érvényesíteni. Miszerint, ha egy rendszer, illetve rendszerelem élettartama rövidebb, mint az atomerőmű tervezett élettartama, akkor a csere vagy javítás helyszükségletéről gondoskodni kell, illetve a közelben lévő rendszerek könnyű bonthatóságával vagy modul jellegű kialakításával a cserét / javítást lehetővé kell tenni.

Karbantartás, felülvizsgálat, ellenőrzés

E fejezet célja megjeleníteni azon elveket, melyekre a majdan biztonságosan üzemeltethető, jól karbantartható atomerőművi blokkok tervezési fázisában már tekintettel kell lenni.

Az idevonatkozó szabványi előírásokat az MSZ 27020-1;-7 Erőművek üzemeltetése és karbantartása című szabványban leírtak foglalják össze.

3a.3.2.4000. „A tervezőnek minden berendezésre szerelési, üzemeltetési és karbantartási utasításokat kell biztosítania. A szerelési és karbantartási utasításoknak olyan mértékben kell részletezettnek lenni, hogy azokat a méreteket, illesztési értékeket tartalmazzák, amelyek a berendezés teljes szétszereléséhez, ellenőrzéséhez és összeszereléséhez szükségesek.”

3a.3.2.4100. „Meg kell határozni minden nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer, rendszerelem esetében az üzem közbeni vagy rendszeres időszakonkénti ellenőrzés, felülvizsgálat, anyagvizsgálat programját, a szerkezeti épség, a tömörség-ellenőrzés és a funkciópróbák módját és gyakoriságát, a

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

tervszerű megelőző karbantartásra és más karbantartási stratégiákra vonatkozó tervezői előírásokat."

3a.3.2.4200. „Meg kell határozni a működőképességet, megfelelőséget jellemző paramétereket. Ezekre a paraméterekre meg kell adni a megfelelőségi kritériumokat, amelyek teljesülését a vizsgálatok, ellenőrzések során mérni, ellenőrizni kell. Az elfogadható értékektől való eltérés esetére meg kell tervezni a szükséges intézkedéseket, beleértve a karbantartási programok módosítását."

3a.3.2.4300. „A tervezés során, amennyiben a vizsgálatok, ellenőrzések végrehajtása nem biztosítható a szerkezet takarása, a hozzáférés korlátozott volta miatt, akkor vagy tervezési megoldások szükségesek a korlátozott hozzáférés ellensúlyozására, vagy igazolni kell, hogy a tervezett ideig tartó működés ellenőrzés, felügyelet nélkül fenntartható."

3a.3.2.4400. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek funkciópróbájának ciklusidejét, felülvizsgálatának gyakoriságát, lefolytatásának követelményeit, karbantartásának módját és feltételeit a tervezés során úgy kell meghatározni és megalapozni, hogy

a) az összhangban legyen a rendszer, rendszerelem tervezési elveivel, konstrukciójával,

b) biztosítsa, hogy az adott biztonsági funkció a rendszer, rendszerelem próbája, felülvizsgálata, karbantartása mellett megbízhatóan megvalósul, valamint

c) a rendszer, rendszerelem próba, felülvizsgálat, karbantartás miatt történő üzemből való kivétele a nukleáris biztonság szempontjából tolerálható legyen, a felülvizsgálat, próba, karbantartás gyakorisága nem vezethet a nukleáris biztonság csökkenéséhez."

A gépészeti rendszerek és rendszerelemek karbantartása, felülvizsgálata és ellenőrzés témakörében az A4.21. „Atomerőmű karbantartási, próba ellenőrzési és felügyeleti programja” c. útmutató mintájára kidolgoznak az új atomerőművi blokkokra vonatkozó ajánlásokat. Az útmutató elkészítésekor figyelembe veszik az atomerőmű tervezési követelményeit, biztonsági értékeléseit, az adott RRE gyártóműi előírásait, valamint a saját és nemzetközi üzemeltetési tapasztalatokat.

A gépészeti rendszerelemekre vonatkozó szerelési utasítások a szerelési tevékenység irányítására, a személyzet képzésére és tanúsítására, valamint a minőségbiztosítási fejezetre vonatkozó utasításokon túl meghatározzák az alábbiakat:

a) szerelésorganizáció,

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

- b) egyedi berendezések emelési tervei,
- c) szerelési technológiák,
- d) a szerelési fázisok ellenőrzése, és kritériumai,
- e) hegesztési és hegesztésellenőrzési utasítások,
- f) szerelési dokumentáció (nyilvántartási és átadási dokumentáció),
- g) állagvédelmi követelmények,
- h) a mosatáshoz, dekonzerváláshoz és nyomáspróbákhoz használt provizóriumok tervei,
- i) nyomáspróba programok,
- j) az inaktív próbák üzembe helyezési programjai.

A karbantartási utasítások tipikus tartalma a következő:

- a) támogató dokumentáció
- b) berendezés műszaki adatai
- c) a karbantartási tevékenység feltételei
- d) műszaki feltételek,
- e) biztonságtechnikai feltételek,
- f) munka-, tűz-, sugár- és környezetvédelmi előírások
- g) tevékenységjegyzék
- h) a helyszín előkészítése,
- i) szétszerelési műveletek,
- j) a szétszerelés során végzendő ellenőrzések (revíziók),
- k) a szétszerelt berendezés ellenőrzései (revíziója),
- l) megfelelőségi kritériumok,
- m) javítások és cserék végrehajtása,
- n) összeszerelési műveletek,
- o) az összeszerelés során végrehajtandó ellenőrzések és kritériumaik,
- p) a berendezés visszavétele karbantartásról.

A kezelési utasítások típus-tartalomjegyzéke:

- a) a rendszer állapota névleges üzem alatt,

Új atomerőműben tervezése során alkalmazandó általános gépészeti ajánlások

- b) a rendszer különböző üzemmódjai (különösen: a rendszer indítása, részleges terheléses üzemmód, a rendszer tartalékban, karbantartás, egyes rendszerelemek meghibásodása, a rendszer leállítása),
- c) a rendszer tesztelése és próbái pl. nyomáspróbák (amennyiben külön tesztelési utasítások nem készülnek)
- d) az egyes berendezések kiadása és visszavétele (karbantartás, javítás esetén)
- e) a kezelési utasítás végrehajtási része (lépésről-lépésre típusú szabályozás),
- f) információs bank (szükség szerint)

9. SPECIFIKUS VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK

9.1. Földrengés

3a.2.2.2300. „A külső és belső eredetű veszélyeztető tényezők, így különösen tűz, elárasztás, földrengés, elektromágneses interferencia, légszennyezés által kiváltott esemény alatt és azt követően biztosítani kell, hogy az atomerőmű ellenőrzött állapotban maradjon, illetve amennyiben szükséges, biztonságos leállított állapotba kerüljön. A rendszereket, rendszerelemeket a külső és belső eredetű veszélyeztető tényezőkkel szembeni ellenállóság, de legalább földrengés-állóság szempontjából is osztályba kell sorolni, és a tervezés során ennek megfelelő és differenciált követelményeket kell alkalmazni a 3a.3.6. pont alapján.”

3a.3.6.0100. „A telephely-specifikus biztonsági földrengést az átlagos veszélyeztetettségi görbe szerint, a szabadfelszíni válaszspektrummal, ennek megfelelő gyorsulás-idő függvényvel kell jellemezni, a felszíni rétegek nemlineáris átvitelének figyelembevételével. Ennek alapján meg kell határozni azt a válaszspektrumot, amely a tervezés mértékadó inputját képezi a biztonsági földrengésre történő tervezés, ellenőrzés és minősítés során.”

3a.3.6.0200. „Függetlenül a telephely szeizmicitásától, a biztonsági földrengés maximális vízszintes gyorsulásértéke a szabad felszínen nem lehet kisebb, mint 0,25 g.”

3a.3.6.0300. „Az atomerőművet úgy kell megtervezni, hogy az alapvető biztonsági funkciók megvalósuljanak a biztonsági földrengés esetén is, és az atomerőmű ellenőrzött, biztonságos leállított állapotba kerüljön a földrengést követően az ehhez szükséges rendszerek, rendszerelemek egyszeres hibája mellett is.”

A földrengés figyelembevételére ki kell dolgozni az új atomerőművi blokkokra vonatkozó földrengés elleni tervezésének elvei irányelvet.

Gépész berendezések vonatkozásában a földrengés egy kiegészítő tehernek számít a berendezés szilárdsági számítása során. A földrengési terheket a szilárdsági elemzés során veszik figyelembe az EBJ-ben az OAH által elfogadott mértékben és módszertan szerint.

A különböző szabványok némileg eltérő módon szabályozzák a földrengés hatásainak figyelembevételét.

Az MSZ 27003 szabványsorozat az NB (C, D) -3210. Tervezési Kritériumok között említi a földrengést, mint visszatérő ütközési terheléseket:

„A visszatérő ütközési terhelések azok a terhelések, amelyek valamely középérték körül ciklikusan változnak. Ezek közé tartoznak az épületek által megsűrűrt terhelések, földrengések és a csővezetéki rendszerekben a szelepek hirtelen nyitásától és zárásától adódó visszaverődő hullámok.”

A földrengés figyelembevételének szükségességét a tervezési specifikációban kell előírni.

A földrengések által okozott igénybevételeket az atomerőmű telephely- engedélyében meghatározott paraméterek figyelembevételével a méretezésre kiválasztott szabványrendszer alapján elemzik.

9.2. Egyéb specifikus veszélyeztető tényezők

A Szabályzat a földrengésen kívül nevesíti az alábbiakat:

- a) Speciális belső veszélyeztető tényezők
- b) Természeti veszélyeztető tényezők
- c) Az emberi tevékenységgel összefüggő külső veszélyeztető tényezők

Az MSZ 27003-1-9: Tájékoztató melléklet az MSZ 27003 szabványsorozathoz B-melléklet: Tervezési specifikáció szerint:

„B-2300: Hatósági követelmények

A tervezési specifikáció készítése során fontos a biztonsági elemzésben közölt előírások figyelembe vétele, mert ez biztosítja a hatályos hatósági követelményekkel való összhangot.”

A külső és belső veszélyeztető tényezőket az Előzetes Biztonsági Jelentésben meghatározott és az OAH által jóváhagyott mértékben és módszer szerint veszik figyelembe a gépészeti berendezések tervezése során.