



Országos Atomenergia Hivatal

A3.15. sz. útmutató

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Verzió száma:

4.

(Új, műszakilag változatlan kiadás)

2019. augusztus

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 védettséggel kapcsolatos hatósági feladatokat, valamint az ezekkel összefüggő tájékoztatási tevékenységet, továbbá javaslatot tegyen az atomenergia alkalmazásával kapcsolatos jogszabályok megalkotására, módosítására, és előzetesen véleményezze az atomenergia alkalmazásával összefüggő jogszabályokat.

Az atomenergia alkalmazása hatósági felügyeletének alapvető célkitűzése, hogy az atomenergia békés célú felhasználása semmilyen módon ne okozhasson kárt a személyekben és a környezetben, de a hatóság az indokoltnál nagyobb mértékben ne korlátozza a kockázatokkal járó létesítmények üzemeltetését, illetve tevékenységek folytatását. Az alapvető biztonsági célkitűzés minden létesítményre és tevékenységre, továbbá egy létesítmény vagy sugárforrás élettartamának minden szakaszára érvényes, beleértve létesítmény esetében a tervezést, a telephely-kiválasztást, a létesítést, az üzembe helyezést és az üzemeltetést, valamint a leszerelést, az üzemem 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 fejti 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	8
2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK	10
2.1. Meghatározások	10
2.2. Rövidítések	11
3. A BERENDEZÉSEK KEZDETI KÖRNYEZETI MINŐSÍTÉSE	13
3.1. A berendezések környezeti minősítésének célja és általános követelményei	13
3.2. A minősítés terjedelme a funkció működése és a hatások szempontjából	16
3.2.1. A berendezések szerepe a blokk biztonságának szavatolásában	16
3.2.2. A berendezések és rendszerelemek osztályba sorolása	16
3.2.3. A minősítési követelmények megállapításának speciális szempontjai	17
3.2.3.1. <i>Az egyszeres meghibásodási kritérium</i>	17
3.2.3.2. <i>Közös okú és közös módú hibák</i>	18
3.2.3.3. <i>A redundancia és a diverzitás</i>	19
3.2.3.4. <i>A környezeti minősítés szerepe a blokk biztonságának megalapozásában</i>	19
3.2.4. Üzemi igénybevételek és környezeti feltételek	20
3.2.4.1. <i>A normál üzemelés feltételei</i>	21
3.2.4.2. <i>Eltérések a normál üzemi állapottól</i>	21
3.2.4.3. <i>Üzemzavarok, feltételezett balesetek</i>	22
3.2.4.4. <i>Az üzemi igénybevételek</i>	23
3.2.5. A berendezés típusának figyelembe vétele	23
3.2.5.1. <i>A külső és belső igénybevételek hatása</i>	23
3.2.5.2. <i>A szerkezeti anyagokból adódó következmények</i>	24
3.2.5.3. <i>Vizsgálhatóság</i>	24
3.2.5.4. <i>Szeizmikus hatások</i>	25
3.2.5.5. <i>Az öregedés hatása</i>	25
3.2.5.6. <i>Az aktív gépészeti rendszerelemek környezeti minősítésének szempontjai</i>	25
3.2.5.7. <i>Építési szerkezetek környezeti minősítésének szempontjai</i>	26

**Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő
atomerőművekben**

3.2.6. Romlási folyamatok – az öregedés hatásainak figyelembe vétele	27
3.2.7. A „Space” módszer felhasználása	29
3.3. A kezdeti környezeti minősítés bemenő adatai	30
3.3.1. A környezeti minősítési specifikáció	30
3.3.2. A berendezések teljesítménykövetelményei	33
3.3.3. A minősítendő berendezések elhelyezkedése	34
3.3.4. Környezeti jellemzők	35
3.3.4.1. Hőmérséklet	35
3.3.4.2. Sugárzás	36
3.3.4.3. Nyomás	37
3.3.4.4. Nedvesség és páratartalom	38
3.3.4.5. Gőz	38
3.3.4.6. Elárasztás	39
3.3.4.7. Vegyi hatások	39
3.3.4.8. Földrengés	40
3.3.5. Figyelembe veendő kezdeti események	41
3.3.6. Figyelembe veendő öregedési folyamatok	41
3.4. A kezdeti környezeti minősítés végrehajtása	41
3.4.1. Szabványok és szabályzatok	41
3.4.2. Minősítési jelentés	42
3.5. A kezdeti környezeti minősítés adatainak értékelése	43
3.5.1. A minősítési szabványok és kritériumok kiválasztása	43
3.5.2. A megkövetelt környezeti feltételek	43
3.5.3. Az üzemi feltételek és a megkövetelt teljesítményjellemzők	43
3.5.4. A minősítési jelentések átvizsgálása	43
3.5.5. Az üzemi és a tesztelt berendezések hasonlósága	44
3.5.6. Az elhelyezés és elrendezés követelményei és korlátozásai	44
3.5.7. Teljesítménykövetelmények és megfelelőségi kritériumok	45
3.5.8. Tesztelési sorrend	45
3.5.9. Az öregedési folyamatok modellezése és a minősített élettartam	47
3.5.10. Az üzemzavari, esetenként baleseti feltételek figyelembevétele	48
3.5.11. Eltérések kezelése	49
3.5.12. Egyéb információk figyelembe vétele	49
4. A MINŐSÍTETT ÁLLAPOT FENNTARTÁSA	50
4.1. Funkcionális tesztek	52
4.2. Monitorozás	52
4.3. Diagnosztika	54
4.4. A diagnosztikai és monitorozó rendszerek adatainak hihetősége	54
4.5. Javítás és csere	54

**Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő
atomerőművekben**

5. A MINŐSÍTÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSA ÉS DOKUMENTÁCIÓJA	55
5.1. Barátságos környezet	56
5.2. Barátságtalan környezet	56
5.3. A minősítési dokumentáció értékelése	58
6. MELLÉKLET: KÖRNYEZETI MINŐSÍTÉS SZABVÁNYOK TÁJÉKOZTATÓ JEGYZÉKE	62

1. BEVEZETÉS

1.1. Az útmutató tárgya és célja

Jelen útmutató tárgya a villamos, az irányítástechnikai, és egyes aktív gépészeti rendszerelemek valamint bizonyos épületszerkezetek környezeti minősítése. Ezek minősítése nem egyszeri cselekmény, hanem a minősített állapot fenntartásával a berendezés életét végigkísérő folyamat.

A berendezések környezeti minősítése az atomerőmű tervezésekor kezdődő és annak teljes élettartama alatt tartó folyamat, mely magában foglalja mind a berendezések kezdeti minősítését, az ehhez szükséges programokat és eljárásokat, valamint azon módszereket és intézkedéseket, melyek a minősített állapot fenntartását lehetővé teszik a berendezés teljes minősített, vagy üzemi élettartama során.

Emiatt egyes, az üzemeltetés során végrehajtandó, de már a tervezéskor is figyelembe veendő szempontok is szóba kerülnek.

Az atomerőművi berendezések környezeti, vagy más szóval környezetállósági minősítésének célja a biztonság szempontjából fontos berendezések funkcióképességének és megkövetelt teljesítménymutatóinak fenntartása az üzemeltetés során, abból a célból, hogy a berendezés az előélete során elviselt körülmények, és üzemi események ellenére működőképes maradjon. Biztonsági funkcióját betöltse a tervezési alaphoz tartozó üzemi, üzemzavari események, illetve esetenként a tervezési alapon túli, feltételezett baleset körülményei között is és - ha erre szükség van - ez után is, a szükséges ideig.

Biztonsági rendszerek berendezései esetén a környezeti körülmények spektruma a normál üzemi viszonyokra, azok tranzienst állapottól miatti eltérésére és az atomerőmű tervezése során figyelembe vett üzemzavari feltételekre is kiterjed.

Atomerőművek tervezése és létesítése során a környezeti minősítés céljainak eléréséhez szükséges, hogy az erőműbe csak olyan berendezéseket építsenek be, melyek az adott beépítési helyen kialakuló környezeti feltételek mellett bizonyítottan képesek lesznek funkciójuk ellátására még a tervezett élettartamuk végén is, illetve nem akadályozzák meg más berendezések biztonsági funkciójának az ellátását.

Olyan működő atomerőművek esetén, melyek eredeti tervezési alapjában a környezeti minősítés követelményei nem szerepeltek, a környezeti minősítés célja azon feladatok meghatározása és rangsorolása, melyek a berendezések minősített állapotának eléréséhez, annak igazolásához és fenntartásához szükségesek.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A jelen útmutató célja e tevékenységek lehetséges végrehajtási módjának leírása.

Az engedélyes a szabályzati követelmény teljesítésére az itt leírtaktól eltérő, de azokkal egyenértékű megközelítést is alkalmazhat.

1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások

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

A Rendelet mellékleteként kiadott NBSZ 3. kötet 3.3.1.1700. pontja előírja, hogy az egyes biztonsági osztályokra meg kell határozni (egyebek mellett) a környezetállósági minősítés követelményét; és szintén az NBSZ 3. kötet írja le az élettartamra történő tervezésről szóló 3.3.2. fejezetében a berendezés-minősítés tervezési előírásait.

A rendszerelemek környezetállósági minősítéséhez meg kell határozni az atomerőmű blokkjainak üzemállapotait, a tervezési és a kiterjesztett üzemállapotokat; és a rájuk jellemző környezeti paramétereket. Fontos összetevő még a rendszerek és rendszerelemektől elvárt működési idő, a biztonsági funkció teljesítésének szükséges időtartamát.

3.3.2.3200. „Ha a rendszerelemnek üzemzavari helyzet kialakulása után ellenőrző vagy következménycsökkentő funkciója van, akkor mind az üzemzavar, mind az azt követő állapotok elviselésére minősíteni kell.”

Az NBSZ 3. kötetének 3.3.2.2400.pontja szerint a tervezési alaphoz tartozó üzemzavari állapotokat ki kell elemezni: *„A tervezés során meg kell határozni a TA üzemállapotokban, a külső és belső veszélyeztető tényezők hatására kialakuló környezeti körülményeket, hatásokat, amelyek között a rendszereknek, rendszerelemeknek teljesíteniük kell a biztonsági és a fizikai gát funkcióikat. A terv által meghatározott terjedelemben meg kell határozni a környezeti körülményeket a tervezési alap kiterjesztését képező állapotokra is.”*

Az előző ponthoz tartozóan a 3.3.2.2500. pont szerint: *„Minősítési eljárásokat kell alkalmazni annak igazolására, hogy a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és rendszerelemek képesek ellátni a funkciójukat az atomerőmű élettartama alatt a TA1-4 üzemállapotot eredményező események során fennálló környezeti feltételek mellett, amennyiben működésük ekkor szükséges.”*

Az NBSZ 3. kötetének 3.3.2.3300. pontja szerint a tervezési alap kiterjesztésének megfelelő üzemállapotokat is elemezni kell: *„Baleset kezelésénél, következményeinek enyhítésénél szerepet játszó rendszerek és rendszerelemek minősítési*

**Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő
atomerőművekben**

eljárása során, a TAK2 üzemállapotban feltételezhető legvalószínűbb körülmények és terhelések mellett, igazolni kell azok szükséges ideig fennálló működőképességét.”

2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

2.1. Meghatározások

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

Berendezésminősítés

Annak bizonyítása, hogy az atomerőmű biztonsági osztályba sorolt berendezései képesek ellátni tervezett biztonsági funkciójukat a teljes élettartamuk során, beleértve az üzemzavarok során a biztonsági funkció ellátásának idején előálló körülményeket. Többféle minősítési irány létezik: környezeti, szeizmológiai, tűzállósági, elektromágneses kompatibilitás stb.

A funkcióképeség és a biztonsági funkció ellátásához szükséges teljesítményparaméterek fenntartását mind normál üzemi körülmények (beleértve: a tervezetten előálló speciális üzemállapotok), mind a tervezés során figyelembe vett események alkalmával kialakuló viszonyok között igazolják.

A környezeti, környezetállósági minősítés során figyelembe veszik a berendezés üzemideje alatt fellépő környezeti és üzemeltetési körülmények öregevést okozó hatását. A berendezés minősítési folyamat magában foglalja a minősített állapot eléréséhez és annak fenntartásához kapcsolódó tevékenységeket is.

Földrengés

OBE (Operating-Basis Earthquake), SL-1 - Tervezési földrengés

A tervezési földrengés az a földrengés, amely alatt és után az erőmű zavartalanul üzemel, avagy leáll, de meghatározott vizsgálatok elvégzése után, vagy anélkül újból üzembe vehető. Ez az amerikai definíció megegyezik a NAÜ által definiált SL-1 földrengéssel.

SSE (Safe Shutdown Earthquake), SL-2 - Maximális méretezési földrengés

A maximális méretezési földrengés az a legnagyobb földrengés, amelynél az erőmű biztonságosan leállítható és sugárzó anyag kibocsátás nélkül leállított állapotban tartható. Ez az amerikai definíció megegyezik a NAÜ által definiált SL-2 földrengéssel.

Hiteles adatok

Érthető és nyomon követhető módon összeállított, dokumentált információ, amely lehetővé teszi az ez alapján készített levezetések és a levont következtetések független felülvizsgálatát.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Ilyen információk lehetnek a gyártóművi műszaki leírások, vizsgálati jegyzőkönyvek, elemzések, stb.

Környezetek

Az atomerőműben a következő környezeti állapotokat célszerű megkülönböztetni:

- a) Barátságos (mild): az atomerőmű olyan helyiségeire, üzemi területeire jellemző környezeti állapotok, melyek esetében a környezeti paraméterek üzemzavarok hatására sem változnak meg jelentősen a normál üzemi paraméterekhez viszonyítva.
- b) Barátságatlan (harsh): az atomerőmű tervezett üzemzavari állapota (DBE), valamint a tervezésen túli, feltételezett balesetek során kialakuló, és az üzemi állapotoktól jelentősen eltérő környezet /LOCA, HELB, MSLB, stb./.
- c) Degradálódott (degraded): a kezdeti, vagy a kezdeti minősítéskor figyelembe vett környezeti körülményekhez képest megváltozott üzemi környezet (magasabb hőmérséklet, páratartalom, sugárzás, gombásodás, stb.)

Minősített állapot fenntartása

A környezeti minősítés eljárását egyes berendezés és készüléktípusok esetében olyan program végrehajtása követi, amely biztosítja a minősítés során figyelembe vett üzemi környezeti és környezeti hatás paraméterek, és egyéb kondíciók hosszú távú fenntartását, és így a minősített állapot fennmaradását.

Szignifikáns öregedési folyamat

Az olyan romlási folyamat okozta károsodás, amelynek következtében normális vagy rendkívüli üzemeltetési körülmények között a berendezés egyre súlyosbodó és észrevehető módon sérülékennyé válik a tervezési alapba tartozó esemény során teljesítendő funkciója szempontjából.

2.2. Rövidítések

ABOS	Atomerőművi berendezések biztonsági osztályba sorolása
ATWS	Anticipated transient without scram (a reaktor leállása nélküli feltételezett esemény)
CUF	Cumulative Usage Factor (halmozódó károsodási tényező)
DBE	Design Basis Event (tervezési esemény)

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

EN	Európai szabvány
FKSZ	főkeringtető szivattyú
HELB	High Energy Line Break (nagyenergiájú csővezetéktörés)
IEC	International Electrotechnical Commission (Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság által kiadott nemzetközi szabványok kibocsátási jele)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektronikai és Villamos Mérnökök Intézménye)
KTA	Kerntechnische Ausschuss (német nukleáris szabványügyi szervezet)
LOCA	Loss of Coolant Accident (hűtőközeg veszteses üzemzavar)
MSLB	Main Steam-Line Break (főgőzvezeték törés)
MSZ	Magyar Szabvány
NER	Neutronellenőrző rendszer
TA1-4	A normál üzemállapotok, valamint az atomerőmű tervezési alapjának részeként figyelembe vett üzemállapotok jele az NBSZ 3.2.2.0200. szerint
ÜFK	Üzemeltetési Feltételeket és Korlátokat rögzítő dokumentum
VBJ	Végleges Biztonsági Jelentés

3. A BERENDEZÉSEK KEZDETI KÖRNYEZETI MINŐSÍTÉSE

3.1. A berendezések környezeti minősítésének célja és általános követelményei

3.3.2.2500. „Minősítési eljárásokat kell alkalmazni annak igazolására, hogy a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és rendszerelemek képesek ellátni a funkciójukat az atomerőmű élettartama alatt a TA1-4 üzemállapotot eredményező események során fennálló környezeti feltételek mellett, amennyiben működésük ekkor szükséges.”

A villamos és az irányítástechnikai rendszerelemek esetében, ezek anyagi tulajdonságaira tekintettel, a biztonsági funkció rendelkezésre állása, valamint a korlátozott és a nem korlátozott időtartamra érvényes elemzések megbízhatósága és jó minősége minősítés elvégzését igényli minden, a minősítési eljárás hatálya szerint kiválasztott berendezésre és készülékre.

A környezeti minősítés terjedelmébe eső rendszerelemek kezdeti minősítése a biztonsági elemzés vagy a korlátozott időtartamra érvényes elemzések elkészítéséhez szükséges. A minősítés adja azokat az üzemi környezeti és környezeti hatás paramétereket, amelyek betartása mellett a funkció a szükséges ideig és körülmények között működni fog a jövőben, azaz a minősítés az időben előrehaladva is érvényes marad.

A környezeti minősítés egyik célja annak igazolása, hogy a környezeti okból, a környezet paraméterei miatt bekövetkező közös okú hibák nem képesek működésképtelenné tenni a megkövetelt biztonsági funkció teljesítéséhez szükséges biztonsági rendszerben lévő rendszerelemeket, vagy összetevőket.

A környezeti minősítés másik célja a környezeti paraméterektől függő várható élettartam igazolása.

A közös okú hibák két leggyakoribb forrása a koncepcionális hibák és a környezet.

A koncepcionális hibák lehetnek: tervezési, gyártási, szerelési, üzemeltetési vagy karbantartási hibák. A környezeti minősítés elsősorban, de nem kizárólag a tervezés során elkövetett koncepcionális hibák felmerülését akadályozza meg.

A környezet, mint a közös okú hibák előidézője, kétféle módon játszhat szerepet:

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Az üzemi környezetben érvényesülő öregedési folyamatok üzemelés közbeni, közös okú meghibásodásokat okozhatnak, míg a barátságatlan környezetben a berendezés vagy a készülék hirtelen tönkremenetele várható. A barátságatlan körülményeket az üzemzavarok hozzák létre.

Az üzemzavar az erőmű bizonyos térrészeiben hirtelen, intenzív paraméterváltozást, jelentős behatásokra vezető körülményeket okoz, ily módon az adott térrészben található egy, vagy több berendezés meghibásodását válthatja ki.

Az utóbbi jelenségből kiindulva a berendezés minősítést elsősorban környezetállósági minősítésként értelmezzük, bár más minősítési irányokra is szükség lehet.

A külső környezeti körülmények (pl. szeizmikus hatások) a blokk normál üzemi feltételei mellett is okozhatnak közös okú meghibásodást. Ilyen értelemben tehát minden biztonsági berendezés valamilyen mértékű „környezeti minősítéssel” rendelkezik. Ugyanakkor, mint az a későbbiekben kiderül, a minősítés módszerei és kritériumai lényegesen változnak attól függően, hogy az adott berendezés milyen paraméterekkel leírható környezetben üzemel addig a pillanatig, amikor üzemzavar során is elvárt funkcióját el kell látnia. Ilyen értelemben tehát a berendezésminősítés tágabb fogalomnak tekinthető, mint a környezeti minősítés.

A berendezés környezetének bizonyos feltételei jelentősen hatnak a berendezés állapotára és teljesítményére. Ilyenek pl.: a hőmérséklet, a sugárzás, a gőz és a páratartalom, a fröcskölő víz és az elárasztás, a nyomás, a vibráció és a szeizmikus mozgások. E feltételek közül néhány csak csőtöréses üzemzavar során változik jelentősen, mások nem változnak számottevően az üzemzavar során.

Az ily módon kialakuló „barátságatlan”, illetve „barátságos” környezet nem elsősorban az adott berendezés működésétől, illetve a technológiai folyamatban elfoglalt helyétől, hanem inkább annak fizikai elhelyezkedésétől függ.

Az üzemelési körülmények másik csoportja magának a berendezésnek, vagy az általa kiszolgált rendszernek az üzeméből fakad (pl.: nyomás, hőmérséklet, üzemi közeg áramlása, saját rezgés).

Mindezen hatások együttesen a berendezés fokozatos romlását, öregedését, illetve hirtelen meghibásodását okozhatják.

3.3.2.2800. „A rendszerelem tervezésekor és első alkalommal történő minősítésekor figyelembe kell venni az üzem alatti öregedési mechanizmusokat, és igazolni kell, hogy az öregedési hatások ellenére a tervezett üzemidejük végén is képesek a megkövetelt megbízhatósággal funkciójukat teljesíteni.”

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Atomerőművek biztonsági berendezéseinek tervezése során a kezdeti minősítés valamennyi lehetséges károsító folyamat figyelembe vételével történik.

A környezeti minősítés az empirikus bizonyosságok megszerzéseként, különféle vizsgálatokból, tesztelésekből, célirányos elemzésből, és az üzemi tapasztalatok értékeléséből, vagy eme három módszer kombinációiból áll. Megszórástok:

- a) Elemzéssel történő minősítés csak akkor lehetséges, ha a rendszerelem kezdeti minősítéssel rendelkezik, és a kezdeti minősítéstől eltérő környezeti viszonyok között akarják üzemeltetni.
- b) Az elemzéssel történő minősítés csak egyedül ható igénybevételek (pl. földrengés, hőmérsékleti hatások, stb.) elviselésének igazolására használható.
- c) Az üzemeltetési tapasztalat csak barátságos környezeti feltételekre történő minősítés számára szolgáltathat megbízható kiinduló adatokat.

Az elemzés útján történő minősítés logikai értékelést és igazolt matematikai modell alkalmazását igényli. Az elemzés a természeti törvényeket, tesztelési, vizsgálati adatokat, az üzemeltetési tapasztalatokat és az állapotmutatókat veszi figyelembe.

A vizsgálatoknak és az adatoknak az anyagtulajdonságok szempontjából történő értékelése, a meghibásodási statisztikák, és a rendszerelem környezeti körülményekkel szemben mutatott tűrőképessége felhasználható a minősítettség demonstrálásához. Azonban az elemzés egyedül nem demonstrálhatja a minősítettséget.

Az alkalmazandó módszerek megfelelő kiválasztásának célja annak bizonyítása, hogy a berendezés által egy üzemeltetési időszak (a minősített élettartam) alatt elszenvedett öregedésből következő romlás nem eredményez közös okú, a környezet által okozott meghibásodást sem a blokk normál üzeme során, sem abban az esetben, ha a berendezés - akár minősített élettartama legvégén - a tervezés során figyelembe vett barátságatlan üzemzavari környezeti körülmények közé kerül.

Az engedélyes a módszer kiválasztásakor figyelembe veszi a környezet „barátságos”, vagy „barátságatlan” voltát, és a laboratóriumi vizsgálatnak, tesztelésnek elsőbbséget ad.

A minősítés során meghatározza azokat a környezeti feltételeket, amelyek közepette a minősítés maga érvényes marad és megadja a minősített állapot fenntartásának módját, és feltételeit.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

3.3.2.2900. „A rendszerelemek terveiben meg kell határozni a minősített állapot fenntartásának módját, feltételeit.”

A minősítési dokumentáció célja a hiteles adatok szolgáltatása a beépítendő berendezés minősítési követelményei teljesülésének belső, vagy független felülvizsgálatához, és a már beépített (üzemelő) berendezés minősítésekor feltételezett körülmények esetleges változásai miatt szükségessé váló kiegészítő minősítés követelményeinek meghatározásához. A dokumentációval szembeni követelményeket az engedélyes e szerint szabja meg.

A biztonsági funkciót teljesítő rendszerek, rendszerelemek és struktúrák esetében a minősítési eljárás, vagy ha kell, további intézkedés gondoskodik olyan adatgyűjtésről, amely bizonyítja, hogy a kiinduló feltételezések a komponens teljes élettartama alatt fennállnak.

3.2. A minősítés terjedelme a funkció működése és a hatások szempontjából

3.2.1. A berendezések szerepe a blokk biztonságának szavatolásában

A funkció teljesítésében résztvevő berendezéseket (készülékeket) a rendszer felépítésének és működésének ismerete alapján az engedélyes elemzéssel határozza meg.

A környezeti minősítés terjedelmébe eső rendszerelemek kiválasztásával a 4.13. sz. útmutató foglalkozik.

A baleset kezelésénél, a következmények enyhítésénél szerepet játszó rendszereket és rendszerelemeket és a baleset utáni monitorozási célokra, fizikai védelemre, tűzvédelemre és a radioaktív hulladékkezelésre szolgáló berendezéseket is a funkcióik vizsgálata során osztályozza az engedélyes. Ez utóbbi berendezések minősítési követelményeinek meghatározása nem közvetlen nukleáris biztonsági érdekeket szolgál ugyan, mégis fontos a nukleáris létesítmény általános biztonságának megőrzése szempontjából.

3.2.2. A berendezések és rendszerelemek osztályba sorolása

Az atomerőmű különböző rendszerei és berendezései eltérő jelentőségűek az erőmű biztonságának szavatolásában. Az atomerőmű nagyon sok különböző berendezésből áll, ezért lehetetlen annak minden elemét a legmagasabb minőségi követelmények szerint kezelni (tervezéstől a leszerelésig).

A berendezések egységes kezelése a biztonság szempontjából legfontosabb rendszerek minőségi szintjének csökkenéséhez, illetve a kevésbé fontos berendezések indokolatlan felülértékeléséhez vezetne.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Fenti megfontolásokból kiindulva az atomerőmű berendezéseit osztályokba sorolják.

Az atomerőművi berendezések biztonsági osztályba sorolásának alapelveit a 3.1. sz. az „Atomerőművi rendszerek és rendszerelemek biztonsági osztályba sorolásának alapelvei” c. útmutató tartalmazza.

A berendezések és rendszerelemek biztonsági funkciók szerinti osztályba sorolása objektív alapot szolgáltat arra, hogy a környezeti minősítés folyamataiban az alapvető biztonsági funkciót és a biztonsági funkciót teljesítő rendszerelemek belekerüljenek.

Ugyanakkor szükség lehet olyan berendezések minősítésére is, amelyek a környezetre való minősítettség hiánya miatt bekövetkező hibájukkal megakadályoznák más rendszerelemek biztonság szempontjából fontos működését, vagy egyéb, fontos, beavatkozást igénylő helyzetekben van szükség a működésükre (ABOS 1-3+).

3.2.3. A minősítési követelmények megállapításának speciális szempontjai

3.2.3.1. Az egyszeres meghibásodási kritérium

Véletlenszerű, egyedi hibák még a legmagasabb biztonsági osztályra vonatkozó, szigorú követelmények szerinti tevékenységek esetén is előfordulnak.

Ezek negatív hatásainak kiküszöbölésére az engedélyes az egyszeres meghibásodás elvét alkalmazza, amely elv megköveteli, hogy egy biztonsági rendszer maradjon képes funkcióinak ellátására akkor is, ha a rendszer egy eleme, vagy a működését biztosító segédrendszerek egyik eleme meghibásodik.

Az elv alkalmazása tervezői szempontból azt jelenti, hogy a terveket módszeresen átvizsgálják az egyedi meghibásodások keletkezési helyeinek és azok lehetséges következményeinek szempontjából és szükség esetén a megkövetelt megbízhatóság eléréséhez szükséges redundáns, diverz megoldásról gondoskodnak.

Amennyiben a berendezés, készülék elhelyezésére szolgáló helyiségben vagy térrészben csőtöréses vagy elárasztásos üzemzavar feltételezhető, ezt a minősítési követelmények közé felveszik.

Az egyszeres meghibásodás elve a környezeti minősítés követelmények összeállítása során a következőt jelenti. A rendszerek megőrzik képességüket a biztonsági funkciók teljesítésére az alábbi hibatípusok felmerülése esetén:

a) minden egyszeri detektálható hiba (vagyis véletlenszerű hiba),

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

- b) minden várható meghibásodás (vagyis olyan meghibásodások, melyek előfordulási valószínűsége elegendően nagy), beleértve a nem detektálható hibákat,
- c) minden, az egyszeres meghibásodás következtében fellépő további hiba, továbbá
- d) minden olyan meghibásodás, amely a védelmi funkciót igénylő esemény következtében állt elő.

Meg kell azonban jegyezni, hogy a hiba nem tervezett, a meghatározott üzemi állapottól való eltérést is jelent, nem csak a teljes funkcióvesztést.

Ha a feltételezett üzemzavari körülmények a berendezés meghibásodásokhoz vezetnek, úgy mindezen meghibásodásokat és egy ezektől független, véletlenszerű, egyedi meghibásodást vesz figyelembe az engedélyes.

Az eltérés mértékéből következik, hogy ezt hibaként említjük-e, és ennek a mértéknek a meghatározása elengedhetetlen a hibakritérium megállapításakor.

3.2.3.2. Közös okú és közös módú hibák

Rendszerek vagy berendezések azonos módon bekövetkező meghibásodását közös módú hibának nevezzük. Közös módú hibák lehetnek a tervezési és gyártási hibák, melyek azonos módon, de berendezésenként, és készülékenként akár eltérő időben is bekövetkezhetnek.

Amikor egy adott környezeti, üzemi körülmény vagy emberi beavatkozás egy időben okozza több berendezés és készülék meghibásodását, közös okú hibáról beszélhetünk, míg a hiba kialakulásának módja berendezés és készülék típusonként is eltérő lehet. Közös okká válhat a tűz, az elárasztás, a magas hőmérséklet és nyomás, a földrengés, vagy a feszültség kimaradás, vagy az emberi tevékenység. A közös okú hibák néhány példája:

- a) Üzem közbeni öregedés hatására szerkezetileg meggyengült akkumulátortelepek meghibásodása földrengés hatására.
- b) LOCA által okozott magas hőmérséklet és páratartalom következtében a hermetikus térben lévő berendezések meghibásodása.
- c) Redundáns, üzem közben nyitottként tervezett szerelvények lezárása hibás eljárásrendi utasítás miatt (emberi hiba).
- d) Motoros szerelvények hajtásai nem képesek lezárni a szerelvényt a forgatónyomaték-korlátozó hibás beállítása miatt (emberi hiba).

A meghibásodások rövid idejű, túlterhelésből eredő hatások miatt, vagy folyamatosan ható öregedési folyamat eredményeként jönnek létre.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A környezeti minősítés fő célja annak ésszerű mértékű biztosítása, hogy közös okú és módú hibák ne keletkezzenek.

3.3.2.3000. „Az elárasztásra és tűzre akkor kell minősíteni, ha azok bekövetkezhetnek a rendszerelem felszerelésének helyén, és a biztonsági funkciók teljesítésének igazolásához az ilyen eseményeket az egyszeres hibakritérium alkalmazása mellett nem lehet kizárni.”

3.2.3.3. A redundancia és a diverzitás

Redundánsnak tekintünk egy rendszert, vagy berendezést, ha az biztosítja a rendszerfunkció végrehajtását az ugyanezen funkció ellátására szolgáló más rendszer üzem módjától, vagy éppen funkcióképtelen állapotától függetlenül.

A funkció ellátásának többszörözésén túl a redundáns rendszerek minden szempontból függetlenek egymástól, mert így az egyik rendszerben megjelenő hiba hatása nem tud tovább terjedni a másik rendszerben. A függetlenség biztosítása a villamos jelekkel működő és a digitális adatokat küldő és fogadó rendszereknél sajátos megfontolásokat igényel.

A redundancia nagyon fontos tartozéka a fizikai szeparáció elvének betartása.

A redundanciával a közös okú hibák ellen tudunk védekezni.

Programozott rendszerekben a hibás vagy korábban még elő nem fordult adat is kiválthatja a szoftverben rejtve lévő hibás kódrész működését, ezért ez ellen a redundancia nem véd meg, mivel ez közös hibamódot jelent.

A diverzitás azt jelenti, hogy különböző működési elvű és/vagy fizikai megvalósítású komponenseket vagy rendszereket alkalmazunk ugyanazon fő funkció megvalósítására. A diverz berendezések és készülékek redundáns konfigurációt is alkothatnak.

A diverzitással az azonos módú hibák ellen tudunk védekezni. Az eltérő felépítés, típus és működési elvek más és más hibamódok manifesztációját valószínűsítik, és így megvédhetnek az egyidejűségtől, azaz, redundáns berendezések, készülékek elvesztésétől.

3.2.3.4. A környezeti minősítés szerepe a blokk biztonságának megalapozásában

A környezeti minősítés annak bizonyítása, hogy a berendezés képes a tőle megkövetelt funkció ellátására az üzemi és környezeti igénybevételek figyelembe vételével, beleértve a tervezés során figyelembe vett üzemzavarokat és a tervezési alapon túli baleseti helyzeteket is. Ez a megerősítés a berendezés teljes üzemi élettartamára vonatkozik. Következésképpen a környezeti

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

minősítés figyelembe veszi a berendezések üzem közbeni öregedését a feltételezett üzemzavart, illetve esetenként balesetet megelőzően.

A környezeti minősítés során alkalmazott tesztek, elemzések, és az üzemi tapasztalatok figyelembe vétele, vagy ezek kombinációi biztosítják, hogy környezeti vagy üzemeltetési közös okú hibák a berendezéseken nem keletkeznek, a mélységi védelem (a redundancia megfelelő biztosítása esetén) nem sérül.

A környezeti minősítés rendszer szinten is berendezés alapon valósul meg, vagyis az alkalmazott berendezéseket egyedileg minősítjük, és feltételezzük, hogy ezáltal, a belőlük összeállított rendszerek minőségét is demonstráltuk. Ennek a feltételezésnek a helytállóságát azonban minden esetben gondosan megvizsgálják.

A rendszer és a rendszerelemek körülhatárolása fontos szerepet játszik a köznapi értelemben önállóan is szerelhető, de a működés villamosságtani vagy funkcionális szempontjai szerint mégis összetartozó részegységek szerepének megértésekor. A motorral működtetett rendszerelemek (szelepek, szivattyúk), és erősáramú kábelek esetében a megszakító villamos rendszerelem, azaz a megszakító vagy biztosíték a rendszerelem határa. Az erősáramú kábelek, amennyiben egy rendszerelmet szolgálnak ki, tartozhatnak ehhez a rendszerelemhez is, ha több fogyasztót szolgálnak ki, önállóan kezelhetők. A különböző feszültség szinteket összekötő transzformátorokat rendszerhatároló felületként, a rendszer részeként veszi figyelembe az engedélyes. A körülhatárolás során egy-egy szerelési egység jelenti a határoló felületet, és ahol van létező jelölési rendszer a rendszerelemek nyilvántartására, amely a szerelési egységeket figyelembe veszi, a határoló felületek megállapításánál lehetőleg ehhez igazodnak.

Az engedélyes figyelembe veszi, hogy a tervezés, gyártás, a felhasznált anyagok, a felszerelési konfiguráció, az üzemelési és karbantartási gyakorlat szintén hatással lehet a minősítésre.

Fenti okok miatt az engedélyes az általános környezeti minősítés adatokat gondosan összeveti az adott atomerőműre, annak egy adott blokkjára jellemző speciális feltételekkel, konstrukciós megoldásokkal és teljesítménykövetelményekkel.

3.2.4. Üzemi igénybevételek és környezeti feltételek

3.3.2.2400. „A tervezés során meg kell határozni a TA üzemállapotokban, a külső és belső veszélyeztető tényezők hatására kialakuló környezeti körülményeket, hatásokat, amelyek között a rendszereknek, rendszerelemeknek teljesíteniük

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

kell a biztonsági és a fizikai gát funkcióikat. A terv által meghatározott terjedelemben meg kell határozni a környezeti körülményeket a tervezési alap kiterjesztését képező állapotokra is.”

3.2.4.1. A normál üzemelés feltételei

Az engedélyes a berendezések minősítését az üzemi igénybevételek teljes spektrumára elvégzi, beleértve a berendezésen belüli, üzemeltetési feltételeket normál üzemelés és üzemzavari helyzetek során, valamint a berendezésen kívüli környezeti feltételeket ugyanilyen körülmények között.

Valójában a normál üzemi igénybevételek során a legtöbb berendezés kisebb igénybevételnek van kitéve, mint a különböző üzemzavari helyzetekben, ezért a környezeti minősítés gyakorlati feladatai az üzemi feltételek eltérései és az üzemzavarok során fellépő hatások vizsgálatához kapcsolódnak.

Az üzemi igénybevételek hatására végbemenő, lassú romlási folyamatok figyelembe vételével az öregedési témakört tárgyaló útmutatók foglalkoznak. A két vizsgálódás közös halmaza abban áll, hogy az engedélyes a minősítési feltételek fennmaradását az öregedési folyamatok miatti változások figyelembe vételével bizonyítja, illetve bizonyos, mennyiségi mutatókkal nem jellemezhető öregedési folyamatok kezelése során a kezdeti minősítési folyamatban vizsgált technológiai és környezeti paramétereken belül maradását igazolja, amit a megfelelően biztonságos állapot kritériumának lehet tekinteni.

A normál üzemeltetés feltételeit az egyes rendszerek és berendezések kezelési utasításai, illetve - a biztonság szempontjából fontos rendszerek esetében - az ÜFK határozzák meg.

A kezelési utasítások meghatározzák a normál üzemi igénybevételt okozó paraméterek olyan körét, mint pl.: a hőmérséklet, nyomás, tömegáram, az üzemi közeg jellemzői, feszültség, áramerősség, saját működésből származó vibráció, stb. Ezen paramétereket különböző üzemállapotokra határozzák meg, beleértve a 100% terhelésen történő folyamatos üzemelést, a terhelésváltozásokat, a tartalék állapotban lévő üzemelést (redundáns és biztonsági rendszereknél különösen fontos üzemállapot!), valamint egyes tervezett vizsgálati és próba-állapot paramétereit.

3.2.4.2. Eltérések a normál üzemi állapottól

Az atomerőmű üzemeltetése során előfordulnak az előző (3.2.4.1.) pontban leírt normál üzemállapotoktól való eltérések. Ezek általában valamely beren-

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

dezés vagy rendszer hibájával függenek össze. Ilyen eltérések például: a feszültség-kimaradás, a szellőző rendszerek kiesése, gőz- vagy vízkifújások, a tűzoltó rendszer szándékolatlan működése, stb.

Ugyanakkor ide kell sorolni a földrengéseket is. A normál üzemi állapottól való eltérésként olyan állapotokat definiálhatunk, melyek bár rövid ideig állnak fenn, de az erőmű életciklusa alatt valószínűleg előfordulnak, esetleg többször is. A földrengésekkel a 3.3.4.8. pontban foglalkozunk részletesen.

A normál üzemi körülményektől való eltérések önálló megjelenítése azért fontos, mert az igénybevételekkel szembeni ellenállások méretezésére vonatkozó legtöbb szabályozás más megengedett határértékkel, illetve más biztonsági együtthatókkal számol normál üzemi és az attól eltérő rövid idejű igénybevételek esetén.

Ennek a megközelítésnek racionális magyarázata az, hogy az ilyen esetekre megengedett terhelések nem okozhatják a berendezés meghibásodását, azonban az ilyen eseményeket követően, mivel viszonylag ritkán fordulnak elő, az üzemeltetőnek módja van kiegészítő vizsgálatokkal meggyőződni arról, hogy meghibásodások ténylegesen nem következtek be, tehát a blokk, vagy a rendszer biztonságosan visszaindítható.

3.2.4.3. Üzemzavarok, feltételezett balesetek

A tervezés során figyelembe vett legsúlyosabb üzemzavarok, mint a fő keringtető vezeték törése (LOCA), a méretezési földrengés (SSE), vagy egyes nagyenergiájú csővezetékek töréseiből (HELB) származó károkozás során a tervezői cél a reaktor biztonságos leállítása, a maradékhő elvezetése és az üzemzavar következményeinek csökkentése.

A tervezési alapot meghaladó, feltételezett súlyos balesetek kezelésénél, a következmények enyhítésénél és a baleset utáni monitorozásban szerepet játszó rendszerelemeket is minősíti az engedélyes. A súlyos baleset közben feltételezhető legvalószínűbb körülmények és terhelések mellett igazolja azok szükséges ideig fennálló működőképességét.

Értelemszerűen ilyen igénybevételre azokat a berendezéseket minősíti, melyek a fent megjelölt funkciók ellátásában részt vesznek, a végrehajtandó funkciót pedig egyszeri alkalmazásban lehet korlátozni.

A blokk visszaindulása, illetve a berendezés hosszú távú üzemképességének az üzemzavar lefutások, baleseti körülmények elemzéséből megállapított időtartamon túli fenntartása nem feltétel.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Az említett üzemzavarok, balesetek helyszínén „barátságtalan” környezet jön létre. Ezek kiterjedésének és a feltételezett „barátságtalan” környezet tervezési paramétereinek meghatározása a környezeti minősítés egyik kulcsfontosságú tervezői feladata.

Ha berendezésnek, készüléknek üzemzavari, és/vagy baleseti helyzet kialakulása után ellenőrző, vagy következménycsökkentő funkciója van, akkor az engedélyes üzemzavar, és/vagy baleset utáni állapot elviselésére is minősíti.

3.2.4.4. Az üzemi igénybevételek

A normál üzemi, az attól eltérő, illetve az üzemzavari feltételeket az engedélyes az atomerőmű tervezett üzemeltetési jellemzői, valamint a lehetséges (nem elhanyagolható valószínűségű) események és üzemzavarok lefutásának elemzése alapján a VBJ-ben határozza meg.

Az engedélyes a feltételezett üzemi és környezeti feltételek paramétereit az üzemeltetési tapasztalat és az erőmű élettartama során elvégzett biztonsági elemzések eredményei alapján a VBJ évenkénti felülvizsgálatakor ellenőrzi és szükség esetén módosítja. A módosítások következményeit érvényesíti a környezeti minősítés során. Korábban elvégzett minősítések esetében ez szükségessé teheti a minősítések felülvizsgálatát.

3.2.5. A berendezés típusának figyelembe vétele

3.2.5.1. A külső és belső igénybevételek hatása

A berendezés típusa alapvetően befolyásolja a környezeti minősítés során figyelembe vett környezeti és üzemi feltételek iránti érzékenységet. A berendezéseket a külső, környezeti hatásokon kívül belső, technológiai hatások is éri. Hőtechnikai berendezéseknél a belső igénybevételek szinte mindig lényegesen nagyobbak a környezeti igénybevételeknél.

A villamos berendezéseknél az üzemi gyakorlatból nyilvánvaló a külső környezeti hatások meghatározó jellege: e berendezések élettartama, illetve megbízhatósága alapvetően függ a külső üzemi környezeti feltételektől. Egyes esetekben az üzemzavari helyzetek a berendezés tervezési alapjához tartoznak, még más esetekben a működőképességüket az üzemzavar során kialakuló feltételek határozzák meg.

Kábelek esetében a szereléssel járó mechanikai hatások a kábelköpeny és a szigetelés állapotára kihatnak. Ez fokozottan érvényes a gyakori ki és bekötést elszenvedő kábelekre. Az engedélyes az elrendezés megtervezésekor figyelembe veszi, hogy a kábel általában nehezebben cserélhető, mint az a berendezés vagy készülék, amihez a kábel kapcsolódik. A rövid élettartamú berendezések és készülékek esetében a kábel élettartama alatt ezek javítására

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

és cseréjére többször is sor kerülhet, ami megsokszorozhatja a kábelt érő mechanikai hatásokat, a kábel gyakori be és kikötése miatt.

3.2.5.2. A szerkezeti anyagokból adódó következmények

A gépészeti és villamos berendezések és készülékek kapcsán szólni kell az ezek alkatrészeihez felhasznált anyagok jelentőségéről.

A fémek – ritka kivételtől eltekintve – sokkal ellenállóbbak a külső környezet hatásaival szemben, mint a nemfémes elemek, különösen pedig az általában nagy molekulájú szerves anyagok.

A gépészeti berendezések többnyire fémből készült alkatrészekből állnak, míg a villamos berendezések elemeinek jó része szerves anyag.

A környezeti minősítés szempontjából sem elhanyagolható, hogy a gépészeti berendezéseket részletekbe menően méretezték és ellenőrizték a technológiai terhelésekből eredő igénybevételek elviselésére (pl.: különböző szilárd-sági elemzési normatívák).

Az alkatrészek meghibásodási módja és ezek hatása a komplett berendezés teljesítményére más és más. Általában a mechanikai berendezések nem fémes alkatrészeinek (tömítések, kenőanyagok, tömszelencék, stb.) meghibásodása legfeljebb a teljesítményparaméterek romlásához vezet, de nem okozza a berendezés funkcióvesztését, ugyanakkor a villamos berendezéseknél a nem fémes alkatrészek meghibásodása igen gyakran teljes funkcióvesztést okoz.

A fentieknek megfelelően a passzív fémes rendszer elemek környezetállóságát az engedélyes tervezéssel biztosítja. A környezetállóságot szükség esetén elemzésekkel igazolja.

Az NBSZ 3. kötet vonatkozó pontjai:

3.3.2.2600. „Passzív fémes és beton rendszer elemek környezetállóságát tervezéssel kell biztosítani. A környezetállóságot szükség esetén elemzésekkel kell igazolni.

3.3.2.2700. A nem fémes, nem beton rendszer elemek, valamint az aktív rendszer elemek alkalmasságát egyedi vagy típusminősítéssel kell igazolni.”

3.2.5.3. Vizsgálhatóság

A gépészeti berendezések nagy része az üzemelés során időszakosan tesztelhető a technológiai eredetű körülményeknek megfelelően, amelyek az üzemzavari körülményeknek is megfelelőhetnek.

A villamos berendezéseken a barátságtalan környezeti körülmények nem modellezhetőek a felszerelésük helyszínén.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

3.2.5.4. Szeizmikus hatások

A szeizmikus események hatása a passzív gépészeti és egyes villamos berendezések esetében, például a kábelek, általában nem okozza a megengedett igénybevételek túllépését, az aktív gépészeti berendezések esetében azonban ennek lehetőségét az engedélyes vizsgálja.

Az aktív villamos berendezések esetében a szeizmikus események hatását az engedélyes vizsgálja. Ez a passzív komponensek közül javasolt a hermetikus átvezetők és csatlakozók esetében is.

3.2.5.5. Az öregedés hatása

Az öregedés hatásai szintén eltérő módon jelentkeznek a mechanikai berendezések alkatrészeit jellemző fémes, és a villamos berendezések alkatrészeit jellemző nem fémes alapanyagok esetén. A mechanikai berendezések legjellemzőbb öregedési folyamatai a fémes alkatrészek kopása, fáradása, korróziója és eróziója, és csak másodsorban jelentkeznek a nemfémes szerkezeti anyagok romlása.

A villamos berendezések esetén ezek a hangsúlyok éppen az ellenkezőjükre fordulnak.

3.2.5.6. Az aktív gépészeti rendszerelemek környezeti minősítésének szempontjai

Az aktív gépészeti berendezések abban az esetben tartoznak csak a minősítendő berendezések körébe, ha

- a) a villamos és irányítástechnikai komponensekkel egy gépcsoportot alkotnak,
- b) a gépészeti rendszerelem üzemzavari környezeti igénybevételei a normál üzem igénybevételeit meghaladják,
- c) a földrengésállóságuk kérdése nem megkerülhető.

A megfelelő konzervativizmussal tervezett gépészeti berendezések kevésbé szigorú, formális minősítési követelményeket igényelnek, mint a biztonság szempontjából fontos elektromos berendezések. A mechanikai berendezések minősítése során figyelembe vehető, hogy a fémes alkatrészek a környezeti paraméterekkel szembeni érzékenysége általában sokkal kisebb, mint a szerves anyagból készült alkatrészeké. Ezért ezen berendezések esetében általában elegendő annak bizonyítása, hogy a szerves anyagból készült alkatrészek a várható üzemzavari körülmények között nem veszítik el üzemképességüket. Vannak azonban speciális esetek is.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Az engedélyes az aktív gépészeti rendszerlemek esetében a korlátozott időtartamra érvényes elemzések környezeti minősítés elvégzését is igényli, elsősorban olyan esetekben, amikor alapvető biztonsági funkciót, vagy biztonsági funkciót teljesítenek, és a funkciót a tervezési üzemzavarok valamelyike a normál üzemhez tartozó környezeti paraméterek jelentős megváltoztatásával veszélyeztetheti. Figyelembe veszi a környezeti minősítés terjedelmének kijelöléséhez adott további két szempontot is, és vizsgálja, hogy a berendezés hibája akadályt jelent-e valamelyik biztonsági funkció megvalósulása számára, illetve nincs-e rá szükség egyes, beavatkozást igénylő helyzetek bekövetkezésekor.

Az engedélyes az aktív gépészeti rendszerlemeket is minősíti a LOCA, az elárasztás, a nagy energiájú csőtörés, illetve baleset okozta környezeti feltételekre, ha ezek az üzeminél rosszabb környezeti feltételeket teremtenek.

A LOCA, az elárasztás, a nagy energiájú csőtörés, illetve a balesetek valós környezeti hatást gyakorló eseteiben az üzeminél rosszabb környezeti körülményeket tételeznek fel minden esetben, ha a gépészeti berendezés villamos géppel egy gépcsoportot alkot, villamos, vagy elektronikus részegységekkel, alkatrészekkel van felszerelve, egy házban vannak összeszerelve. Ilyen rendszerlemek lehetnek a szivattyúk és az armatúrák is.

A biztonsági funkciót veszélyeztető, de a normál üzemhez tartozó eróziós, korróziós és kémiai hatásokat az öregedéskezelés programja veszi figyelembe.

Az engedélyes az olyan aktív gépészeti rendszerlemek esetében, amelyek biztonsági funkciót teljesítenek, de a funkciót a tervezési üzemzavarok a környezeti paraméterek jelentős megváltoztatásával nem veszélyeztetik, e tény mellett még az eróziós, korróziós és kémiai hatások létét is vizsgálja. (Ilyen rendszerlemek lehetnek a szivattyúk és az armatúrák.) Ha ilyen hatások vannak, azok kezelésére is az öregedéskezelési programot alkalmazza.

Ha a gépészeti rendszerlem környezeti igénybevételei a normál üzem igénybevételeihez képest elhanyagolhatóak, akkor az öregedéskezelés programja csak a normál üzemet veszi figyelembe.

3.2.5.7. Építési szerkezetek környezeti minősítésének szempontjai

Az engedélyes a barátságtalan körülményeket határoló épületszerkezetek esetében is elvégzi a környezeti minősítést, amennyiben az ilyen körülmények alatti meghibásodásuk megakadályozná az esemény kezeléséhez szükséges biztonsági funkció megvalósulását.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A passzív funkciójú beton rendszerelemek környezetállóságát alapvetően tervezéssel biztosítja. A környezetállóságot szükség esetén elemzésekkel igazolja.

3.2.6. Romlási folyamatok – az öregedés hatásainak figyelembe vétele

A környezeti minősítés egyik kritikus eleme a normál üzemelés során fellépő üzemi és környezeti igénybevételek által okozott romlási folyamatok hatásának felmérése.

A mindenkori VBJ a kiválasztott rendszerelemek maradék élettartamával, a létesítmény környezeti feltételével is számol. A környezeti tendenciák felméréséhez az időjárási adatokban előálló változások gyűjtése is fontos. Ilyen adatok a meleg napok száma, a napi középhőmérsékletek, a természetes hűtővizek hőmérsékletének és hozamának értékei.

Ha az engedélyes a berendezésen annak élettartamát korlátozó, szignifikáns öregedési folyamatot azonosít, úgy azt a berendezés környezeti minősítési programjában, illetve a minősített élettartam meghatározásakor figyelembe veszi. A következő hatások kisebb vagy nagyobb igénybevételeket okozhatnak.

- a) Környezeti hőmérséklet, nyomás, relatív páratartalom
- b) Gőz és kondenzációja, kémiai behatás
- c) Besugárzás
- d) Vibrációs hatások
- e) Működési ciklusok (száma)
- f) Villamos feszültségek, túlfeszültség hullámok

Ha a berendezés nem esik bele a környezeti minősítés terjedelmébe (lásd: definíció) és nem állapítható meg szignifikáns öregedést okozó tényező, akkor a gyorsított öregedés szimulációja elhagyható lesz. A minősítés egyéb szempontjai szerint más vizsgálatokra azonban szükség lehet.

Az azonosított öregedési folyamatok előrehaladása nyomon követhető az időszakos funkciópróbákkal, különböző monitorozási módszerekkel, a karbantartások végrehajtásakor, és a villamos rendszerelemek esetében is, a szigetelőanyagok és a kábelek anyagvizsgálatával.

Minden berendezés esetében lehetőség van az öregedést lassító, kímélő üzemviteli módok bevezetésére. Villamos rendszerelemeknél nagy jelentősége lehet a hőmérséklet csökkentésének, az árnyékolásnak, és a telepítési hely megváltoztatásának.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Az engedélyes ahol lehetséges, a romlási folyamatot csökkentő öregedéskezelési programot alkalmaz. A szellőzés a hőhatást és a nedvességtartalmat csökkenti. A radiológiai hatásoktól a távolság és a védőfalak óvhatnak.

Kábelek esetében a megfelelő nyomvonal kiválasztása a termikus, a radiológiai és a nedvesség okozta hatásokat csökkentheti.

Az engedélyes szükség esetén az előregedett berendezések cseréjére felkészül, és ezeket végrehajtja.

Nincs egységes, minden elemre és minden romlási folyamatra alkalmazható öregedés-kezelési módszer, legfeljebb néhány általánosan alkalmazható lépést lehet megemlíteni, amelyek a különböző öregedés-kezelési programokban felmerülnek. Ezek az alábbiak:

- a) A berendezés konstrukciójának áttekintése
- b) A tervek és az alkalmazott anyagok felmérése
- c) A technológiai és környezeti igénybevételek meghatározása
- d) A szignifikáns öregedési folyamatok azonosítása
- e) Az öregedési folyamatok elemzése, öregítési tesztek végrehajtása
- f) A tesztekkel nem kezelhető öregedési folyamatok kezelésének meghatározása
- g) A minősített élettartam becslése
- h) A karbantartási, anyagvizsgálati, próba, és monitorozási tevékenységek megtervezése
- i) A nem megfeleléségi kritériumok meghatározása, a cserék tervezése

Az engedélyes az öregedési folyamatok hatását teszteléssel történő környezeti minősítés során a minősítő tesztek során vizsgálandó paraméterek kiválasztásánál is figyelembe veszi. Ezek a paraméterek a fentebb felsorolt hatások jellemző paraméterei.

Amennyiben a berendezés üzemi környezetében szignifikáns öregítő hatás állapítható meg, a teszteléssel történő minősítés során az adott hatásparaméterrel – a berendezés minősítés érvényességi időtartamának megfelelő – gyorsított környezeti hatás szimulációt (öregítést) végez.

A tesztek típusát és sorrendjét szabványok írják le.

Elemzéssel történő minősítésnél az öregedési folyamatok hatásai az elemzések bemenő adataiként jelennek meg.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

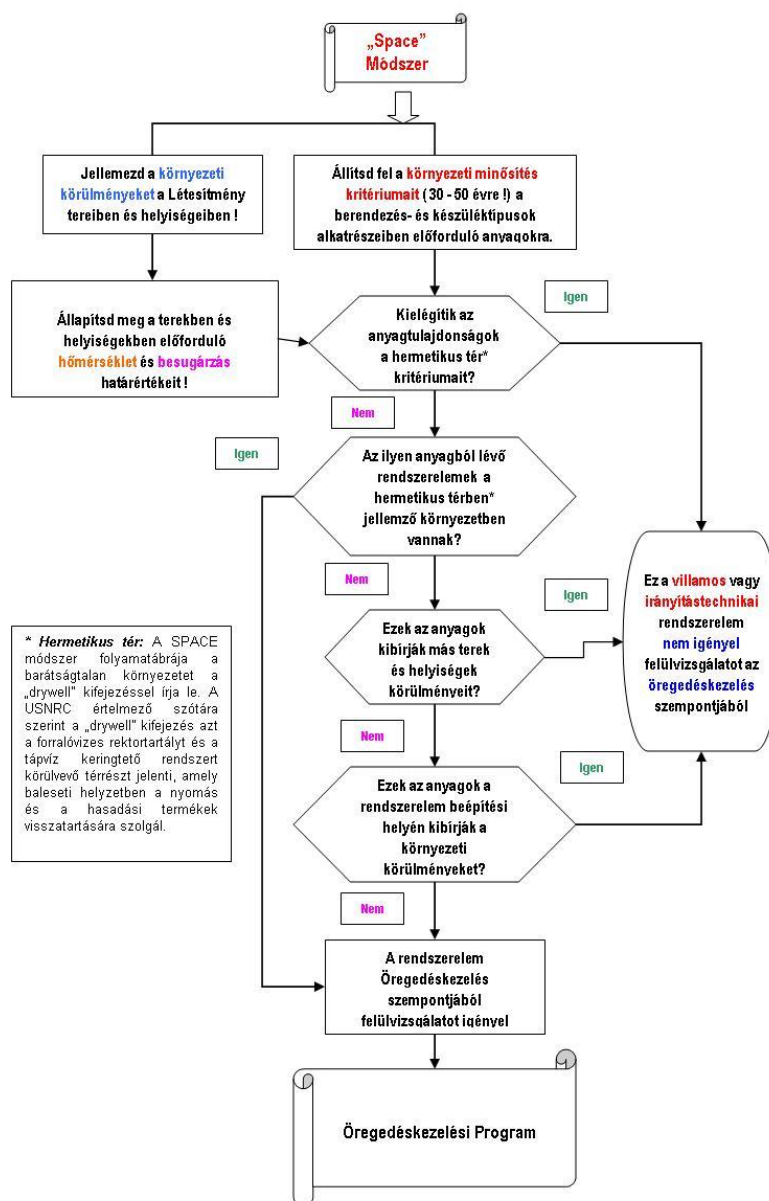
Elemzéssel történő minősítés csak akkor lehetséges, ha a rendszerelem kezdeti környezeti minősítéssel rendelkezik, és a kezdeti minősítéstől eltérő környezeti viszonyok között akarják üzemeltetni. Az elemzéssel történő minősítés csak egyedül ható igénybevételek (pl.: földrengés, hőmérsékleti hatások, stb.) elviselésének igazolására használható.

Az üzemeltetési tapasztalat alapján történő minősítéskor figyelembe vett üzemeltetési időszak során uralkodó feltételek paramétereit összevetik a minősítendő berendezések beépítési helyén várható környezeti igénybevételi paraméterekkel.

3.2.7. A „Space” módszer felhasználása

A címben említett módszer egyike azoknak a formalizálható eljárásoknak, amelyek segítségével öregedéskezelést igénylő egyes rendszerlemek körét megállapíthatjuk. Elsősorban kábelek, csatlakozók, és toldások minősítése és öregedéskezelése során alkalmazható.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben



3.3. A kezdeti környezeti minősítés bemenő adatai

3.3.1. A környezeti minősítési specifikáció

A minősítési specifikáció a környezeti minősítés programjának és működtetésének az alapja. A minősítési terjedelem minden egyes tételére meghatározzák a minősítési jellemzőket az alábbiak szerint:

A berendezés azonosítása:

Az engedélyes megadja a berendezés pontos megnevezését és típusát. Az azonosító adatok biztosítják az adott specifikációs tételbe tartozó külön-

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

bőző rendszer elemek egyértelmű azonosítását (pl.: szivattyú villanymotorral, kenő- és hűtőrendszerrel, vagy anélkül, ellenőrző és mérőműszerekkel, vagy anélkül, csatlakozó karimákkal, csővezetékekkel, szerelvényekkel, vagy anélkül, stb.).

A típus tartalmazza a berendezés alapvető üzemi paramétereit, vagy a típus-sorozatban elfoglalt helyének azonosítóit. Ennek hiányában ezeket az engedélyes egyedileg megadja.

A berendezés beépítési helyének azonosítása:

Az engedélyes megadja a berendezés technológiai rendszerben elfoglalt helyének azonosítóit (alfanumerikus jelzőszám), valamint a beépítési hely vagy helyiség azonosítóit. Amennyiben a létesítményben több, hasonló berendezés van különböző helyekre beépítve, úgy a környezeti minősítés szempontjából mértékadó beépítési helyet is megjelöli.

Technológiai igénybevételek:

A technológiai igénybevételeket a VBJ tárgyalja, amelyek közül az engedélyes az alábbiakat veszi figyelembe a környezeti minősítés során.

- a) A technológiai rendszerben elfoglalt helytől függő teljesítménykövetelmények és igénybevételi paraméterek a normáltól eltérő és üzemzavari, baleseti állapotokra vonatkozóan
- b) A minősítés alapjául szolgáló maximális igénybevételek
- c) Redundáns, illetve biztonsági rendszerhez tartozó berendezéseknél a készenléti állapot paraméterei
- d) A rövid ideig fennálló, illetve tranzienshatásokból eredő terhelések értékei

A berendezés rendszertechnikai helyzete szerint vagy a technológiai, vagy a környezeti hatások között az engedélyes felsorolja az elektromágneses és rádiófrekvenciás hatásokat, és a bármilyen okból keletkező túlfeszültségeket is, és felsorolja ezek paramétereit.

Környezeti paraméterek: A normál, normáltól eltérő és üzemzavari állapotok során fennálló, a minősítési feltételeket befolyásoló környezeti igénybevételi paramétereket az engedélyes feltünteti. A meghatározásnál kitér a különböző berendezések meghibásodása (beleértve: a kiszolgáló rendszerek meghibásodását, vagy teljesítménycsökkenését is) esetén előálló környezeti feltételekre is.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A berendezés feladata, biztonsági funkciói: Meghatározza a berendezés technológiai és biztonsági funkcióit olyan mértékig, hogy abból megállapítható legyen

- a) a funkció ellátásának a nukleáris biztonságra gyakorolt hatása,
- b) a funkció fenntartásának megkövetelt időtartama (a lehetséges üzemzavarok relatív időskáláján mérve), valamint
- c) a berendezés redundanciája.

A berendezés szerepe más szempontból: Meghatározza, hogy a berendezés hibája megakadályozhatja-e más rendszerelemek biztonsági funkciójának végrehajtását.

Szükség van-e a berendezésre olyan események bekövetkeztekor, amelyek még nem jelentenek azonnal üzemzavart, de könnyen azt eredményezhetnek? Az engedélyes meghatározza, hogy a berendezésre szükség van-e tűz, a reaktor leállása nélkül bekövetkező tranziens (ATWS), a primerköri nyomáshatároló rendszer elemeket érő hőmérséklet és nyomás sokk, valamint a teljes feszültség kimaradás esetében (ABOS1-3+).

A minősítés típusa

Az engedélyes megállapítja, hogy az adott berendezést barátságos vagy barátságtalan környezetre kell-e minősíteni. A minősítést csak akkor nem végzi el, ha a környezeti minősítés terjedelmének kijelöléséhez használt kritériumok nem teljesülnek.

Berendezésen a minősítési specifikáció egy tételét értjük, mely valójában azonos, vagy hasonló berendezések, illetve különböző helyre, különböző funkcióra beépített berendezések sokaságát is jelentheti, a 3.2.3 pontban ismertetett rendszer és a rendszer elemek körülhatárolására szolgáló szempontok figyelembe vétele mellett. Ebben a pontban az engedélyes megadja annak igazolását, hogy az azonos minősítési csoportba sorolt berendezések az előzőekben felsorolt paraméterek alapján a környezeti minősítés szempontjából valóban azonosnak, vagy elegendően hasonlóknak tekinthetők.

Öregedés és az öregedés-kezelés megtervezése

Az engedélyes meghatározza azon romlási folyamatokat, melyek technológiai, vagy környezeti igénybevételek miatt a berendezésre hatnak, azon romlási helyeket, melyeken az egyes romlási folyamatok kifejtik hatásukat.

Itt határozza meg a berendezés használhatatlanná válásának kritériumait, amely nem lehetséges az elképzelhető hibák kritériumainak megállapítása nélkül.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Korábban már említettük, hogy a hiba nem csak a teljes funkcióvesztést, hanem nem tervezett, a meghatározott üzemi állapottól való eltérést is jelent. Az eltérés mértékéből következik, hogy az eltérést hibaként említjük-e. Ennek a mértéknek a meghatározása szükséges a hibakritérium megállapításakor.

Az engedélyes meghatározza az ezek kezeléséhez szükséges karbantartási, anyagvizsgálati, monitorozási, próba-, csere és egyéb tervezői követelményeket. (lásd még az útmutató 4. fejezetét)

A kezdeti minősítés módszere, terjedelme és követelményei

A minősítési specifikációban a fentiekben felsorolt információk alapján az engedélyes meghatározza

- a) a berendezés minősítése során alkalmazható módszert (teszt, elemzés, üzemi tapasztalat, vagy ezek kombinációja),
- b) a minősítés alapjául figyelembe vehető szabványt, szabályzatot, vagy más előírást,
- c) a tesztelési terjedelmet és sorrendet,
- d) a tesztelési paramétereket és a megfelelőségi kritériumokat,
- e) a minősítési dokumentációra vonatkozó követelményeket.

3.3.2. A berendezések teljesítménykövetelményei

A teljesítmény követelmények megállapítása során az engedélyes vizsgálja a különböző üzemállapotokban és tranziensek, illetve üzemzavarok, balesetek során a berendezésektől elvárt műszaki paramétereket, valamint ezek fenntartásának szükséges idejét.

A műszaki paraméterek megállapításánál figyelembe veszi, hogy

- a) egyes berendezések többféle funkciót látnak el, és ezekhez esetenként eltérő teljesítménykövetelmények tartoznak,
- b) ezen funkciók között technológiai (üzemi) és biztonsági funkciók egyaránt lehetnek,
- c) egyes berendezéseknél nem minden rendszerelem üzemképességének kell fennmaradnia a biztonsági funkció fenntartásához,
- d) a berendezések egyes funkciói aktívak, mások pedig passzívak, ami a környezeti minősítés során eltérő megközelítést igényel (pl. FKSZ működőképessége, illetve tömörsége).

A funkció fenntartásának idejét tekintve figyelembe veszi, hogy:

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

- a) egyes funkcióknak néhány percig, másoknak folyamatosan (pl. 1 évig) fenn kell maradnia,
- b) egyes biztonsági rendszereknek folyamatosan üzemképesnek kell maradniuk különböző üzemi és üzemzavari feltételek között, de nem kell üzemképesnek maradniuk pl.: LOCA, vagy tervezésen túli balesetek által okozott barátságtalan környezetben (pl. NER egyes elemei),
- c) egyes berendezések megkövetelt üzemképességi ideje kisebb üzemzavarok esetén (pl. „kis” csőtörés) hosszabb, mint LOCA körülmények esetén,
- d) az igénybevételi időtartamokat célszerű előre megállapított időkategóriákba rendezni (pl.: 90 sec, 5 min, 1 óra, 10 óra, 1 nap, 10 nap, 100 nap).

Az engedélyes a minősítési teljesítménykövetelmények összeállításánál mind az igénybevételi paraméterek, mind az időtartamok esetén ésszerű biztonsági tartalékokat vesz figyelembe. Ennek értékére az IEC60780 és az IEEE323 szabvány is 10%-ot javasol.

Az engedélyes a kezdeti minősítés teljesítménykövetelményeinek összeállításánál több üzemi állapotot vagy üzemzavari helyzetet lefedő, ésszerűen konzervatív, együttes követelményeket alkalmaz.

3.3.3. A minősítendő berendezések elhelyezkedése

A környezeti minősítés szempontjából a biztonsági berendezéseket magukban foglaló terek térrészekre oszthatók. Ezek a térrészek tartalmazhatnak egy-egy önálló épületet, vagy az épület egy-egy helyiségét, vagy helyiség-csoportját tartalmazzák.

Az engedélyes az egyes térrészek környezeti paramétereit a tervezés során figyelembe vett üzemi, üzemitől eltérő és üzemzavari, illetve baleseti állapotaira is megállapítja.

Az elemzés során az is kiderülhet, hogy bizonyos üzemzavaroknál az adott térrészen belül speciális „forró pontokat” kell kijelölni, a környezeti paraméterek jelentős, lokális eltérése miatt.

Az üzemi és üzemitől eltérő állapotok környezeti jellemzőinek meghatározása két célt szolgál:

Olyan berendezés specifikáció összeállítása, amely biztosítja, hogy csak a normál üzemi és az üzemitől eltérő környezeti paraméterek tartós elviselésére képes berendezések kerüljenek beszerzésre.

Ennek érdekében követett gyakorlat, hogy az engedélyes ezen környezeti paraméterek tervezési maximumait határozza meg (esetleg a normál értéket az eltérési mezőkkel). Ez a megközelítés amellelt, hogy biztosítja a beszerzett

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

berendezés működőképességét a konzervatívan megfogalmazott környezeti paraméterek mellett, biztosítja a környezeti minősítés követelményeket a „barátságos” környezetben üzemelő biztonsági berendezésekre.

Azon, környezeti és technológiai okból bekövetkező öregedési folyamatok azonosítása, melyek a méretezési üzemzavart, illetve a tervezésen túli balesetet megelőzően a biztonsági berendezéseken végbemennek. A „barátságatlan” üzemzavari körülmények között üzemelő berendezésekre ezeknek a romlási folyamatoknak a figyelembe vételével az engedélyes meghatározza a gyorsított öregedési tesztek jellegét és a tesztek során a berendezés minősített élettartamát.

3.3.4. Környezeti jellemzők

Az engedélyes a környezeti minősítési és az öregedéskezelési programok végrehajtása során egyértelműen megkülönbözteti az irányítástechnikai berendezéseket és készülékeket abból a szempontból, hogy milyen környezeti körülmények között, melyik helyiségben üzemelnek.

A kategorizált környezeti körülmények figyelembevétele jelentős előnyökkel szolgálhat a különböző helyiségekben üzemelő berendezések és készülékek kezdeti minősítése vagy ennek pótlása során is.

A legnagyobb figyelmet a barátságatlan környezetben üzemelő rendszerelemek kapják.

A környezeti jellemzők változása a berendezésekben felhasznált különböző anyagokra nagyon eltérő módon fejt ki hatását. Egyes anyagokra az atomerőműben előforduló legtöbb környezeti paraméter nem fejt ki jelentős károsító hatást, más anyagokra (pl.: műanyagok) viszont igen. Több anyagból felépített berendezések esetén ezt a különbségtételt az engedélyes figyelembe veszi.

Passzív villamos rendszerelemek, mint a kábelek esetében a termikus és az oxidatív öregedés a jellemző. A kábelek termikus élettartama szabványos módszerek segítségével vizsgálható és elemezhető.

Az engedélyes vizsgálja a kábelcsatlakozásokat is.

A különböző környezeti paraméterek hatásának elemzésekor az egyes igénybevételek sajátosságait figyelembe veszi.

3.3.4.1. Hőmérséklet

Egy berendezés különböző pontjain uralkodó hőmérséklet a berendezés környezeti hőmérsékletének, a berendezésben keletkező hő mennyiségének és

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

a berendezés felé más berendezések felől vagy az üzemi közegből közölt hő mennyiségének függvénye.

A környezeti hőmérséklet általában a külső hőmérséklettől az üzemelő erőmű adott térrészére (helyiségére) jellemző üzemi hőmérsékletig terjed. A környezeti hőmérséklet eltérhet ettől különböző anomáliák (pl.: szellőző rendszer kiesése), vagy üzemzavarok (pl.: különböző csőtörések, beleértve LOCA) miatt.

A különböző berendezések hőtermelése függ azok üzemmódjaitól is.

A hőmérséklet változása megváltoztatja a különböző szerkezeti anyagok tulajdonságait. Ez a változás lehet azonnali (pl.: folyáshatár csökkenése a hőmérséklet emelkedésével), illetve lassan ható (pl.: szigetelő anyagok termikus öregedése).

A legtöbb igénybevételi fajtához hasonlóan a hőmérséklet változása is csak bizonyos határokon belül okoz kisebb vagy nagyobb sebességű paraméterváltozást az érintett anyagokban. Egy bizonyos határérték túllépése esetén a hőmérsékletváltozás hatása a funkcionális tulajdonságok azonnali, katasztrofális romlásával, illetve a berendezés tönkremenetelével jár.

A polimerek többsége lágyabbá válik a hőmérséklet emelkedésekor, relatív nyúlása növekszik, elektromos tulajdonságaik változnak. Az elektronikai elemek megbízhatósága csökken a hőmérséklet növekedésekor. A különféle kémiai reakciók sebessége esetenként drasztikusan változik a hőmérséklet változásakor.

Az elektromos berendezések egyik legfontosabb élettartam-korlátozó tényezője a termikus öregedés, ezért a berendezés „hőmérsékleti életrajzának” ismerete általában mind a tervezés, mind az üzemeltetés alatti környezeti minősítési tevékenységek során rendkívül fontos.

3.3.4.2. Sugárzás

Az engedélyes a környezeti minősítés során az alfa-, béta-, gamma- és neutronsugárzás közül elsősorban a gamma-sugárzás hatásait veszi figyelembe. A sugárzás két alapvető mechanizmus útján fejt ki hatását az anyagokra: az atomok és elektronok fizikai helyváltoztatásával, illetve az atomok és molekulák gerjesztésével, ionizálásával. Elvileg mindkét mechanizmus minden anyagnál megfigyelhető, valójában azonban a fémek és általában a szerves anyagok károsítása csak az atomok elmozdításával mehet végbe. A szerves anyagok károsítása a gerjesztés és ionizáció következtében végbemenő kémiai folyamatok hatására is bekövetkezhet. A neutron-sugárzás nem okoz közvetlen ionizációt, csupán az atomokkal való kölcsönhatásból származó ra-

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

dioaktív anyagok révén. Ennek hatása a szerves anyagokra nem nagyon jelentős, annál fontosabb a fémes alkatrészekre, mint pl.: a reaktortartályra, melynek a gyors neutronok hatására végbemenő ridegedésével az öregedéskorreláció vizsgálata során foglalkozunk.

A reaktor közvetlen környezetében a neutron-sugárzásnak a szerves anyagokra gyakorolt romboló hatása nem elhanyagolható.

A béta-sugárzás nagy energiájú elektronokból áll. Az energiaátadás részben ionizációból, részben a fékeződési sugárzásból adódik. A béta-sugárzás behatoló képessége tipikus szerves anyagokra kb. 3 mm, fémekre azonban csupán kb. 0,5 mm. Így a béta-sugárzás elleni védekezés aránylag vékony fémbevonattal megoldható.

A gamma-sugárzás áthatoló képessége nagy; hatását elsősorban az elektronokkal való kölcsönhatás és az azok által okozott ionizáció útján fejt ki.

Szerves anyagokban a sugárzás hatására a csatlakozó atomok közötti kapcsolatok felszakadnak, és szabad szerves gyökök, vagy kisebb molekulák alakulnak ki. Ezek reakcióba lépnek a szomszédos molekulákkal és a létrejövő új molekulák tulajdonságai lényegesen eltérhetnek az eredeti anyagtulajdonságoktól.

A sugárzás okozta károsodás függ az elnyelt sugárdózistól, melynek hatását általában az egyenlő dózisok-egyenlő károsodás egyszerűsítő feltételezéssel veszi figyelembe az engedélyes.

A legtöbb polimerben a sugárzás felgyorsítja az oxidatív romlási folyamatokat.

A félvezető műszerek általában 10^3 Gy sugárzásig viselik el a sugárzást, ezen belül a fénoxid félvezetők csak 10 Gy-ig.

Radiolízis és radioaktív sugárzás okozta oxidáció a nukleáris létesítmény egyes helyiségeire jellemző. Ahol van ilyen hatás, az öregbítő hatása szignifikáns a kábelek esetében.

3.3.4.3. Nyomás

A külső nyomás és különösen annak gyors változása gyakran vezet a zárt dobozos szerkezetek meghibásodásához. Emellett az árammegszakítók karakterisztikái is megváltozhatnak a nyomás változásakor. Az egyik legjellemzőbb hatás, melyet a külső nyomás változása okozhat, a gőz telítési nyomásához kapcsolódik.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

3.3.4.4. Nedvesség és páratartalom

A levegő relatív páratartalma jelentősen változhat a barometrikus viszonyok és a helyiségben uralkodó mikroklíma függvényében. Utóbbit jelentősen befolyásolhatják a csővezetékekből vagy berendezések tömítéseiből eredő szivárgások.

Hasonló hatást fejtenek ki a különböző tömörtelenségekből, esetleg a tűzoltó rendszer (szándékos vagy téves) indításából eredő, fröcskölő vizek.

A víz bejuthat a nem kellően zárt csatlakozó dobozokba, szekrényekbe, műszerekbe és azok alján felhalmozódhat.

A tartósan és üzemállapotokból adódóan folyadék közegben lévő rendszer-elemek korróziós kérdéseivel a tervezéskor és az anyagminőségek megválasztásakor kell foglalkozni.

A rendeltetésszerűen szárazon lévő rendszer-elemek esetében a nedvesség minden formájában elősegíti a korróziós folyamatok fejlődését, ami közvetlen, romboló hatást gyakorol a fém alkatrészekre is, és veszélyezteti azok működését. A korróziós hatás súlyosan rontja a villamos kábel és vezeték végződések és csatlakozók állapotát.

A nedvesség közvetlenül is rontja a szerves anyagok fizikai, mechanikai és elektromos tulajdonságait és alakjuk deformációjához is vezet. A higroszkopikus anyagok (pl.: poliamid) különösen veszélyeztetettek ebből a szempontból. A víz abszorpciója a szerves anyagok felületén mind fizikai, mind kémiai folyamatok eredményeként létrejöhet. A megtapadt vízmolekulák kölcsönhatásba léphetnek az anyag molekuláival és megváltoztathatják azok kémiai tulajdonságait, az anyag duzzadását is okozhatják.

A nedvesség, nyirkosság és a pára további kémiai vagy organikus károsodás okozója is lehet.

A felületi nedvesség jelenléte lényegesen megváltoztatja a szigetelő anyagok ellenállását és dielektromos tulajdonságait.

A nedvesség jelenléte súlyosbítja a szigetelő anyagokban végbemenő termikus és sugárzási károsodást.

3.3.4.5. Gőz

A gőz egyesíti a magas hőmérséklet és a nedvesség által okozott károsító hatásokat. A gőz kondenzálódása a hideg felületeken azok gyors felmelegedését okozza (kondenzációs hő bevitel). Ez sokkal gyorsabban megy végbe, mint a forró levegő okozta felmelegedés.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A kondenzálódott nedvesség a felületen maradvá, vagy arra alkalmas helyeken összegyűlve fejt ki romboló hatását.

A gőz nyomása jelentős szerepet játszik annak meghatározásában, hogy a környezet telített vagy túlhevített. Ha a szerkezetek felületének hőmérséklete nagyobb a telítési hőmérsékletnél, akkor a felületi nedvesség fel fog száradni. Figyelembe kell azonban venni, hogy a száradás kihűléssel is jár.

A gőz által okozott igénybevétel tipikus kísérőjelensége a LOCA utáni „barátságatlan” környezetnek.

3.3.4.6. Elárasztás

Ahol a biztonsági elemzés elárasztást feltételez, ott az egyszeres meghibásodási kritérium figyelembevételével (3.2.3.1 pont) az engedélyes a környezeti minősítést az elárasztás jelentette kockázatokat figyelembe véve végzi el. Ha az elárasztás nem feltételezhető, úgy ez a vizsgálat elhagyható.

A vízbe merítéskor galvanikus kapcsolat is létrejön a sérült szigetelésű kábelek, csatlakozások és a környezetük között.

Az elárasztás gyorsítja a nedvesség bejutását a zárt dobozokba, szerelvényekbe, különösen, ha számottevő hidrosztatikus nyomás is fel tud lépni.

Az elárasztás és vízbe merítés egyes anyagok kioldódását is okozhatja. Az ionokban szegény tiszta kondenzátum sokkal agresszívebben fejt ki kimosó, károsító hatását, mint a kémiaailag nem kezelt víz.

Sok szerves anyagot kondenzációs folyamattal állítanak elő, amikor két vagy több molekula egyesítése során víz szabadul fel. Az ilyen anyagoknál (pl.: kapton) víz jelenlétében fennáll a reverziós folyamat veszélye, ezért ilyen anyagból készült alkatrészeket nem használhatnak fel.

3.3.4.7. Vegyi hatások

A különböző vegyi anyagok elsősorban az üzemi közegekben való jelenlétükkel hatnak a berendezésekre.

Jellemző lehet még a hermetikus tér sprinkler rendszerében jelenlévő vegyszerek hatása annak működése esetén.

Különbféle vegyszerek korróziót okozhatnak (pl.: kicsöpögő bórsavas oldat a hermetikus teret határoló szénacél elemeken), vagy toxikus, illetve tűz- és robbanásveszélyes gázok felszabadulásához vezetnek (pl.: bórsav a jelenlévő alumínium felületeken).

A vízben oldott, vagy párával lecsapódott, ionos vegyszerek jelentősen növelik a víz vezetőképességét és rontják a szigetelési tulajdonságokat.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A kémiai anyagok hatása jelentősen függ a jelenlévő anyagok fajtájától, az érintkezés időtartamától, a hőmérséklettől, az érintkezést megelőző termikus és sugárzási hatásoktól, a pH értéktől, nedvesség vagy más vegyi anyagok jelenlététől, stb.

3.3.4.8. Földrengés

A földrengések véletlenszerű talajmozgást okoznak az erőmű épületszerkezetei alatt, melyek az épületszerkezet elemein keresztül átadódnak a belső berendezésekre és elemekre.

A földrengés lényegében egy viszonylag alacsony frekvenciájú (1-33 Hz) vibrációs igénybevételt jelent.

A földrengés intenzitásának mérésére nincs egzakt mérőszám. Az intenzitás az adott helyre vonatkozó, empirikus skálán definiált szám, amely a földrengés okozta szubjektív benyomások, épületkárok és a környezetben észlelhető változások szerint minősíti a földrengéseket. Magyarországon a Medvegyev-Sponhauser-Karnik féle, 12 fokú MSK-64 skálát alkalmazzák.

A berendezések igénybevétele szempontjából nem közvetlenül a földrengés által okozott mozgás, hanem az arra adott „válasz”-mozgás a meghatározó. Ez a válaszmozgás függ a gerjesztő mozgás frekvenciájától. A gyorsulás válasz spektrum olyan frekvencia-gyorsulás függvény, amelyet a kiválasztott rezonancia-frekvenciájú, egytömegű lengő rendszer földrengés gyorsulásjelre adott maximális válasz gyorsulás amplitúdójának és a frekvenciájának összerendelésével kapunk.

A válasz spektrum függ a gerjesztő közeg és a vizsgált berendezés közötti csatoló elemek csillapítási jellemezőitől.

A környezeti minősítés során a földrengési igénybevételt a környék szeizmikus jellemzőinek és történetének figyelembe vételével határozzák meg. Két jellemző határértéket állapítanak meg:

Tervezési földrengés (OBE, vagy SL-1): az a földrengés, amely alatt és után az erőmű zavartalanul üzemel, avagy leáll, de meghatározott vizsgálatok elvégzése után, vagy anélkül, újra üzembe vehető.

Maximális méretezési földrengés (SSE, vagy SL-2): az a legnagyobb földrengés, amelynél az erőmű biztonságosan leállítható és sugárzó anyag kibocsátása nélkül leállított állapotban tartható.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

3.3.5. Figyelembe veendő kezdeti események

A kezdeti minősítési eljárás során figyelembe veendő környezeti körülményeknek magukba kell foglalniuk a tervezés során figyelembe vett események bekövetkezése után kialakuló viszonyokat.

Az VBJ alapján az engedélyes meghatározza a figyelembe veendő kezdeti eseményeket.

A környezeti minősítés szempontjából hasonló hatású kiindulási események – megfelelő indoklás mellett – olyan csoportokba rendezhetők, melyek észszerű konzervativizmussal lefedik a csoport minden egyes eleme által okozott környezeti igénybevételi paramétereket.

Az engedélyes a létesítmény-szinten nyilvántartott kezdeti események mellett a helyi környezeti feltételek megváltozását okozó egyedi berendezés-meghibásodásokat is figyelembe veszi.

3.3.6. Figyelembe veendő öregedési folyamatok

Az engedélyes a környezeti minősítés során csak a szignifikáns romlási folyamatokat veszi figyelembe.

A romlási folyamatok hatását berendezésenként és romlási helyenként külön-külön, valamint egymásra hatásuk figyelembe vételével is elemzi.

A romlási helyek és folyamatok elemzésének módszereit a 3.13. sz. „Az öregedési folyamatok figyelembe vétele a tervezése során” c. útmutató írja le.

3.4. A kezdeti környezeti minősítés végrehajtása

3.4.1. Szabványok és szabályzatok

Az engedélyes a környezeti minősítést elsősorban a nukleáris ipari gyakorlatban alkalmazott szabványok, a nemzetközi szervezetek által elfogadott normatívák, vagy egyedileg kidolgozott, a hatóság által elfogadott környezeti minősítési program alapján végzi.

A szabványok kiválasztásánál a nukleáris ipari, atomerőmű specifikus szabványokat részesítik előnyben, mint az IEC60780 környezeti minősítésről szóló szabvány; amelyet az IEEE szabványtestülettel történt egyeztetés után IEC/IEEE 60780-323 azonosítóval is kiadnak, és aminek így az elődje az IEEE323 szabvány is. Ha ez nem lenne elégséges, alkalmazhatóak további nemzetközi, IEC és EN szabványok, valamint nemzeti szabványok is, mint az IEEE, KTA, vagy MSZ.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Az útmutató kiadásakor érvényes, fontosabb környezeti minősítési szabványok tájékoztató jegyzékét jelen útmutató melléklete tartalmazza.

Minősítési kritériumok

A minősítési kritériumokat az előző pontban említett szabványok, illetve szabályzatok berendezés-, illetve vizsgálat-specifikus előírásai szerint állapítják meg.

Ahol a szabványok a vizsgálatok terjedelmére, módszereire vagy kritériuma-ira alternatív lehetőségeket ajánlanak fel, ott a konkrét követelményeket a biztonsági osztályba sorolástól függően választja ki az engedélyes.

Az IEC-61226 számú szabvány többféle követelmény kategóriát hoz létre, ezzel vizsgálati irányokat is kijelölve:

- a) funkcionalitás,
- b) megbízhatóság,
- c) teljesítmény,
- d) környezetállóság,
- e) minőségbiztosítás.

A szabvány biztonsági osztályok szerint állapítja meg az általános és a specifikus követelményeket a felsorolt követelmény kategóriákban. A szabvány által definiált A, B és C biztonsági osztályok megfeleltethetőek az ABOS 2,3 és 4 osztályoknak, ami a villamos és irányítástechnikai rendszerelemek esetében alkalmas összerendelést jelent, tekintettel arra, hogy a villamos és irányítástechnikai rendszerelemek nem kerülnek az ABOS 1 osztályba a létező kritériumok alapján.

3.4.2. *Minősítési jelentés*

A minősítési jelentés lehetővé teszi, hogy a minősítési folyamat minden lépése auditálható módon dokumentálva legyen, a körülmények változása esetén a kezdeti minősítés érvényessége elbírálható, vagy a szükséges kiegészítő intézkedések terjedelme meghatározható legyen.

A minősítési dokumentáció:

- a) meghatározza a minősített berendezést és a minősítés érvényességi tartományát,
- b) leírja a minősítési eljárást,
- c) meghatározza az elfogadási kritériumokat,
- d) világos értékelést ad a teszteredményekről,

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

- e) leírja a tesztek mérvadó adatait,
- f) felsorolja a tapasztalt eltéréseket és leírja a feloldásuk módját.

A dokumentáció elegendő információt tartalmaz az alkalmazott berendezésekről és elemzési módszerekről.

3.5. A kezdeti környezeti minősítés adatainak értékelése

A kezdeti környezeti minősítés során sokoldalú, több forrásból származó információ feldolgozására van szükség, sok esetben a jó mérnöki becslés eredményeire hagyatkozva. Éppen ezért nem lehetséges a környezeti minősítés egészére vonatkozó egységes, előíró jellegű szabvány-gyűjtemény összeállítása. Néhány fontos, követelmény-jellegű elem azonban kiemelhető.

3.5.1. A minősítési szabványok és kritériumok kiválasztása

A minősítési normatív előírások nagy számban és esetenként eltérő formában jelentek meg. Fontos, hogy a tervező rögzítse, hogy a környezeti minősítés során mely szabványok vagy szabályzatok előírásait vette figyelembe, és esetleg melyeket nem (ez utóbbihoz általában indokolást fűz).

3.5.2. A megkövetelt környezeti feltételek

Az engedélyes ellenőrzi, hogy a normál üzemi, a normáltól eltérő és az üzemzavari, baleseti feltételeket pontosan határozták meg, beleértve olyan, korábban tárgyalt hatásokat, mint helyi hőmérséklet-eltérések, önfűtés, sugárvédelmi árnyékolások, stb.

3.5.3. Az üzemi feltételek és a megkövetelt teljesítményjellemzők

Az üzemi feltételek és teljesítmény-paraméterek meghatározásának ellenőrzése mellett fontos annak vizsgálata, hogy elegendő és megfelelő műszerezés áll-e rendelkezésre a fontos paraméterek fennállásának és változatlanságának ellenőrzésére, a monitorozó program végrehajtásához.

3.5.4. A minősítési jelentések átvizsgálása

Az átvizsgálás különösen a minősítési jelentésekben rögzített eltérések, gyenge pontok, korlátozások és nem megfelelések értékelésére terjed ki.

Az eltérések gyakran az üzemi és a tesztek során alkalmazott paraméterek, üzemi és teszt-konfiguráció különbségeiből adódnak.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben**3.5.5. Az üzemi és a tesztelt berendezések hasonlósága**

A hasonlóság csak a legritkább esetben lehet teljes. Fontos eltérés lehet pl.: ha a tesztelt és az üzemi berendezés gyártója nem azonos. Ez különösen akkor jelentős, ha az üzemi berendezést nem atomerőművi szintű minőségbiztosítási rendszerrel rendelkező gyártómű állította elő.

Az egy termék sorba tartozó berendezések paramétertartományainak határait a szabványok általában nagyon pontosan meghatározzák. Általában az azonos gyártó, azonos alapanyagok, hasonló gyártási folyamatok, azonos funkciók, hasonló geometria, korlátozott méretbeli eltérések tartozhatnak a sorozat egy-egy csoportjába (de azért a minősítési csoportok kialakítása, illetve a minősítési tesztre küldendő próbadarabok kiválasztása minden esetben önálló mérnöki megfontolást igényel).

A gyártók általában fenntartják „a tudományos-technikai színvonal fejlődésével összhangban álló változtatások” jogát. A változás azonban esetenként nem a technikai fejlődés trendjét követi, hanem a gazdaságossági megfontolásokat. Ezeket a változásokat néha nem vezetik át az árukísérő dokumentációban, ezért az értékelés kiterjed a tesztelt és a beépítendő berendezés eltéréseire.

Atomerőművi felhasználás esetén minden egyes változtatást elemeznek a korábban elvégzett minősítési tesztek érvényességének fenntartása szempontjából. Ha az adott változtatás nem teszi lehetővé a korábban elvégzett minősítő teszteknek az új konstrukcióra való érvényesítését, az új berendezés-típus minősítő vizsgálatait az engedélyes elvégzi.

3.5.6. Az elhelyezés és elrendezés követelményei és korlátozásai

A kialakítási, felszerelési körülmények jelentősen befolyásolhatják az elvégzett minősítési tesztek eredményeinek felhasználhatóságát. Az engedélyes az esetleges tömítési előírásokat, vagy a beszerelési helyzetre, a rögzítések módjára, a beállítási pontosságra vonatkozó előírásokat szigorúan betartja.

Amennyiben a speciális, blokki körülmények miatt ezektől el kell térni, úgy azt csak a minősítési feltételek fennmaradásának elemzését követően teszik. Esetenként az eltérést éppen az teszi lehetővé, hogy a követelmények széles csoportjára elvégzett minősítési tesztek feltételei közül az adott beépítési helyen bizonyos feltételek teljesítését a terv nem követeli meg (pl.: egyes passzív, vagy „fail-safe” üzemmódra tervezett berendezéseknél).

Az előzőekben említett, definiált szerelési és kialakítási követelmények hiányában is célszerű azonban a tervezőnek tanulmányoznia a minősítési dokumentációt.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Ennek célja a teszt során alkalmazott és az üzemelésre tervezett kapcsolódások és egymásra hatások vizsgálata mellett az egyes berendezések lehetséges meghibásodásainak és azok hatásainak elemzése (failure mode and effect analysis). Pl.: egy szellőző, vagy légkondicionáló rendszer lehetséges meghibásodásának hatását mindenképpen ellenőrzik.

Kábelek esetében a szereléssel járó mechanikai hatások a kábelköpeny és a szigetelés állapotára kihatnak. Ez fokozottan érvényes a gyakori ki és bekötést elszenvedő kábelekre. Az elhelyezés és az elrendezés megtervezésekor erre gondolnak.

3.5.7. Teljesítménykövetelmények és megfelelőségi kritériumok

A környezeti minősítési vizsgálatok közvetlenül megmutatják, vagy egyértelműen bizonyíthatóvá teszik a berendezéstől elvárt teljesítmény-mutatók megvalósulását.

A minősítő tesztek egy részében az eredmények a megkövetelt teljesítmény jelentős túllépését igazolják. Ez esetben a teljesítménykövetelmények igazolása evidens.

Gyakran azonban a teljesítmény-mutatók közvetlen igazolása nem kivitelezhető, vagy a környezeti minősítési dokumentáció nem tartalmaz a minősítés szempontjából fontos információkat. Ilyen esetekben kiegészítő elemzéseket végeznek.

3.5.8. Tesztelési sorrend

A szabványos gyakorlat a következő sorrendet követi a vizsgálatokkal: öregítés – földrengés – barátságatlan környezet.

A tesztelési sorrendet általában a szabványok, vagy egyedileg kidolgozott előírások határozzák meg. Az előbbinek is megfelelő részletesebb sorrend:

- a) állapotellenőrzés,
- b) gyorsított öregítés (termikus öregítés, besugárzás, ciklikus terhelés),
- c) vibrációs és szeizmikus terhelés (funkcionális működőképesség vizsgálatával),
- d) sugárzásos üzemzavar modellezése,
- e) nyomás + hőmérséklet + gőz üzemzavari feltételek modellezése (funkcionális működőképesség vizsgálatával),
- f) elárasztás modellezése (szükség esetén),

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

- g) üzemzavar utáni állapot (hosszú távú) modellezése (funkcionális működőképesség vizsgálatával),
- h) modellezés utáni tesztek,
- i) állapotellenőrzés.

Az elektromágneses kompatibilitás és a túlfeszültségek hatásának vizsgálatát, ha ez szükséges, öregített készüléken végzik el. Ha a működésére üzemzavari esemény után van szükség, akkor pedig ennek a szimulációja után hajtják végre. Ilyen vizsgálatokat az analóg elektronikus, és a mai digitális mérés adatgyűjtő, illetve vezérlő rendszerek igényelnek.

3.3.2.3100. „Vizsgálni kell, hogy az elektromágneses hatások veszélyeztethetik-e valamely biztonsági funkció ellátását. Biztosítani kell, hogy a biztonsági funkció ellátását ilyen hatások ne befolyásolhassák.”

A legmegfelelőbb, ha a berendezést a számára legsúlyosabb hatást kiváltó sorrendben, vagy a szerelési körülmények alapján leginkább reprezentatív sorrendben tesztelik. Általában a gyorsított öregítést követő üzemzavari tesztek alkotják a leghelyesebb sorrendet.

A besugárzásos öregítést követő termikus öregítés a legtöbb esetben súlyosabb igénybevételt jelent, mint a fordított sorrend. Ez a sorrend gyakorlatilag is közelebb áll az üzemzavar utáni állapotok modellezéséhez.

A tesztek sorozatának tervezése úgy értendő, hogy a teljes sorozatot ugyanazokon a próbadarabokon hajtják végre. A szabványos gyakorlat a következő sorrendet követi a vizsgálatokkal: öregítés – földrengés – barátságtalan környezet.

Öregítés alatt az üzemi környezet öregedést okozó hatásainak szimulációja értendő.

A barátságtalan környezetet szimulálják. A nem barátságtalan környezetek esetében, amennyiben szignifikáns öregítési tényező létezik, a környezeti minősítés érvényességi idejének megfelelő környezetet szimulálnak.

Elvetik a statisztikai megközelítést, mert feltételezik, hogy minősítetlen berendezés nem éli túl a barátságtalan körülményeket, még statisztikai valószínűséggel sem.

Kis átmérőjű csővezetékek földrengés hatására bekövetkező törésével számolnak, hacsak azok minősítése és megerősítése ezt nem zárja ki.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A földrengésre és a barátságtalan környezetre való környezeti minősítés elvégzése ugyanazon a próbadarabon a nagy LOCA és a nagyenergiájú cső törése (HELB) esetében nem szükséges, mivel a földrengés során végbemenő ilyen töréseket általában kizárják a tervezési alapból.

A szeizmikus vizsgálatot csak öregített berendezésen végzik el.

Amennyiben egyszerre megvalósítható a sugárzási, a gőz, a hőmérsékleti és a nyomásviszonyok üzemzavari feltételeinek modellezése, úgy ez javasolt. Ezek konzervatív, vagy éppen ellenkező hatása berendezés-fajtánként változhat, ezért elemzése indokolt. Ha egyszerre nem valósítható meg, akkor először a besugárzást, majd a többi üzemzavari környezeti hatást modellezzik.

A teszt-sorrend megváltoztatásának, vagy bizonyos lépések kihagyásának hatásait a környezeti minősítés tervezői értékelése során mérlegelhető, de a szabványok követése az ajánlott.

3.5.9. Az öregedési folyamatok modellezése és a minősített élettartam

Az aktív villamos és irányítástechnikai rendszerelemek élettartama általában kisebb a létesítmény élettartamánál.

Az élettartam meghatározásához a pótalkatrészek elérhetőségét az engedélyes figyelembe veszi.

A minősített élettartam meghatározása a korábban felsorolt környezeti körülmények szimulációjával, és az utána következő funkcionális vizsgálatokkal történik.

Az öregedési folyamatok modellezése minden „szignifikáns” öregedési folyamatra kiterjed.

Az engedélyes a termikus öregedés erőmű-specifikus hatásainak elemzését az Arrhenius módszerrel végzik, melynek eredményeként a feltételezett környezeti hőmérséklet figyelembe vételével a termikus tesztek eredményein alapuló ekvivalens termikus élettartamot határozza meg. A minősített élettartam meghatározásánál általában a termikus hatás a legerősebb korlátozó tényező. Az elemzés átvizsgálásakor ügyelnek a berendezés saját hőtermelése és a lokális forrópontok helyes figyelembe vételének ellenőrzésére.

Ha a környezeti minősítés során az öregítő hatások vizsgálata az adott környezeti feltételek és paraméterek mellett létező, az idő függvényében előrehaladó károsodást mutatott ki, akkor a berendezésnek működési ciklusszámmal vagy időtartammal leírható véges élettartama van. Ha ennek értékére megalapozott becslés adható, úgy ez a berendezés minősített élettartama.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A gyorsított öregítéssel meghatározott, a berendezés élettartamára kivetített minősített élettartam érték csak akkor érvényes, ha a környezeti paraméterek a későbbiekben alatta maradtak a határértékeknek.

Az aktív gépészeti rendszerelemek esetében a minősített élettartam meghatározásának fontos eleme a ciklikus igénybevétel hatására fellépő fáradás. A fáradás elemzése a lehetséges következmények miatt fontos.

A minősített élettartam üzemelési ciklusokban, vagy a halmozódó károsodási tényezővel (CUF) kifejezett igénybevételi mértéket jelent. Olyan esetekben, ha a berendezés üzemi ciklusban történő igénybevétele állapítható meg, ezt a minősítés során figyelembe veszik (pl.: hermetikus átvezetők hőmérséklet igénybevételi ciklusának vizsgálata).

A minősített élettartam meghatározásának problémáját sok berendezés esetében a más ipari objektumokban dokumentált üzemeltetési tapasztalat is segíthet megoldani. Kellően megbízható adatok és gondosan (a meglévő eltérések hatásának figyelembe vételével) elkészített elemzések alapján az üzemeltetési tapasztalat a minősített élettartam meghatározásának fontos eszköze lehet.

Fontos azonban hangsúlyozni, hogy a minősített élettartam nyomon követése elengedhetetlen az állapotfelügyeleti, karbantartási, javítási és meghibásodás-elemzési tevékenységek során, a kezdeti környezeti minősítési tevékenységek kiegészítéseként. Ezek a tevékenységek biztosíthatják a működőképességet, de nem jelentenek bizonyítékot a minősítettség fennállására.

Ha nincs szignifikáns öregedési folyamat, nincs megalapozott minősített élettartam sem. Ilyenkor a funkcionális működőképesség és a megbízhatóság biztosítására alkalmazott általános módszerek alkalmazhatóak. Szerencsés, ha magának a gyártónak van az öregedéssel kapcsolatos ajánlása, amelyet követnek.

3.5.10. Az üzemzavari, esetenként baleseti feltételek figyelembevétele

A minősítési vizsgálatok biztosítják valamennyi környezeti feltétel lefedését; ez vonatkozik mind a környezeti igénybevételek paramétereire, mind azok időtartamára.

Figyelmet fordítanak a gőz kondenzációs hőátadására.

Az üzemzavari feltételek fennállásának időtartama sok esetben rövidebb, mint a berendezés megkövetelt működési időtartama az adott üzemzavar során. A minősített élettartam lefedi az általános ipari szükséglet szerinti élettartamot, plusz az üzemzavari, illetve esetenként a baleseti esemény során várt küldetési időt is.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Az üzemzavari, baleseti feltételek hatásának legfontosabb minőségi mutatója a kezdeti állapot és az üzemzavari, esetenként baleseti feltételeket modellező próbák utáni állapot ellenőrzési eredményeinek eltérése, amely az üzemzavar, illetve esetenként baleset utáni hosszú távú teljesítőképesség megítélésére is alkalmas.

3.5.11. Eltérések kezelése

Az engedélyes a tesztek során tapasztalt eltéréseket, illetve a követelmények nem teljesítését a tesztjelentésekben rögzíti. Elemzi az eltérések okait.

Az eltérések gyakran a minősítő tesztek feltételeinek nem megfelelő tervezésből adódnak, nem pedig amiatt, hogy a termék az adott körülmények közötti működés feltételeinek nem felel meg. Az engedélyes ezt minden esetben egyértelműen igazolja.

Az engedélyes a nem megfelelő teszteredmények figyelmen kívül hagyását nem engedi meg. Gyakori a nem megfelelő teszteredmények okának „ismeretlen”-ként való megjelölése, ami csak akkor jogosítja fel a kiértékelőt a hiba esetinek, véletlenszerűnek való besorolására, ha a termék hibaelemzése, vagy üzemeltetési tapasztalatai alapján egyértelműsíthető, hogy a nem megfelelő teszteredményt eseti jelenség, pl.: anyaghiba okozta.

A teszteredmények gyakran nem egyértelmű nem-megfelelőséget mutatnak, hanem a berendezés működési pontosságának, reakcióidejének, vagy más, nem közvetlen teljesítmény-mutatóként számon tartott paraméterének romlását valószínűsítik. Ez esetben az eredmények csak az eltérés okának gondos elemzését követően fogadhatók el.

3.5.12. Egyéb információk figyelembe vétele

A minősítési dokumentáció kiértékelése során nem korlátozhatjuk a tevékenységet kifejezetten csak az adott tevékenységek eredményeinek értékelésére.

Figyelembe kell venni minden olyan információt (üzemeltetési tapasztalatot, más céllal, vagy más hasonló berendezésen végrehajtott minősítési tesztek eredményeit, olyan biztonsági elemzéseket, melyek a környezeti paraméterek értékére vonatkozó következtetéseket tartalmaznak, stb.), melyek módosíthatják a környezeti minősítés következtetéseit.

Ez különösen érvényes az egyedi hibának minősített nem-megfelelőségekhez hasonló esetek vizsgálatára, az öregedési folyamatokat gyorsító üzemviteli hibák, vagy eltérések előfordulásainak elemzésére, a nem relevánsnak minősített anyagmódosításokkal kapcsolatos információk elemzésére, a tesztek

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

során alkalmazott felszerelési körülményektől való eltérések eseteleges hatásával kapcsolatos információkra, stb.

A minősítés kiértékeléséhez csupán közvetetten tartozó információ figyelembe vételét nem ajánlott direkt módon előírni. Ezt inkább a kiértékelő személyzet gyakorlatától, informáltságától és felkészültségétől függő, kiegészítő biztonsági tényezőnek tekintik.

4. A MINŐSÍTETT ÁLLAPOT FENNTARTÁSA

A környezeti minősítés eljárását a minősített állapot fenntartását szolgáló program végrehajtása követi, amely biztosítja a minősítés során figyelembevett üzemi környezeti és környezeti hatás paraméterek, és egyéb kondíciók hosszú távú fenntartását, és így a minősített állapot fennmaradását.

3.3.2.2900. „ A rendszerelemek terveiben meg kell határozni a minősített állapot fenntartásának módját, feltételeit.”

A készülékek minősített élettartamának igazolásához hozzátartozik a felügyelet, az ellenőrzés, benne a periodikus tesztelés, a monitorozás, a diagnosztika.

Ez biztosítja a környezeti minősítés során figyelembevett kondíciók hosszú távú nyomon követését, és így a minősített állapot érvényességét a minősített élettartam alatt. Az így kezelt berendezések és készülékek, a teljesség igénye nélkül felsorolva, a következők lehetnek:

- a) Villamos működtetésű szelepek (szolenoid tekerccsel)
- b) Villamos motorok
- c) Villamos és irányítástechnikai hermetikus kábelátvezetések
- d) Vezetékek és kábelek, csatlakozások és toldások
- e) Kábelcsatlakozó szekrények
- f) Érzékelők és távadók
- g) A radiológiai monitorozás érzékelői és eszközei

Az öregedési folyamatok elemzése és az öregedési hatások előre beclése kijelölheti a karbantartás és javítás, szükség esetén a csere alkalmas időpontját. Az üzemeltetési körülmények és a környezeti feltételek lehetőség szerinti javítása csökkentheti az öregítő hatásokat.

Az ésszerűen nem cserélhető rendszerelemek esetében károsodást megelőző, vagy a romlási folyamat hatását csökkentő öregedéskezelési programot alkalmaznak a VBJ-ben leírt funkció ellátásának biztosítására. Nehezen cserélhetőek lehetnek egyes kábelek, és hermetikus átvezetések.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A környezeti minősítés tervezéskor történő kiértékelésének egyik legfontosabb célja annak megállapítása, hogy a berendezés minősített állapotának fenntartása a teljes üzemidő alatt igényel-e valamilyen speciális karbantartási, időszakos ellenőrzési, illetve cseretevékenységet, és ha igen, milyen.

Az engedélyes a maradék élettartamot vizsgálatokkal és elemzéssel demonstrálja. A régi, a létesítmény építésekor, vagy korai időszakában installált kábelek esetében a kábelmintákon végzett vizsgálatok mérési eredményeiből és a környezeti paraméterek gyűjtött adataiból lehet számításokat végezve extrapolálni az élettartamot.

A maradék élettartamra vonatkozó számítások elvégzésekor a legmagasabb hőmérsékleti adatot használják fel, ami csak előfordulhat. A forró pontokat, ha vannak, azonosítják. Az extrapoláció azonban csak egy környezeti öregítő tényező esetében lehetséges elemzési módszer.

A karbantartási tevékenység célja a működő berendezés bizonyos paramétereinek korrekciója, teljesítmény-mutatóinak, vagy megbízhatóságának növelése. A megelőző karbantartás a berendezés vizsgálati eredményei, a tesztek mérési eredményei alapján annak megfelelő jövőbeni működését hivatott biztosítani.

A minősítés kiértékelésének nem lehet célja a felszerelt berendezések részletes karbantartási programjainak kidolgozása. A minősítés során inkább azokat az input adatokat határozzák meg, amelyek megadják a berendezés minősített állapotának fenntartásához szükséges minimális karbantartási követelményeket.

Ha egy berendezés nem teljesít alapvető biztonsági funkciót, nem járul hozzá más rendszerelem teljesítéséhez alapvető biztonsági funkcióhoz, és hibája, téves működése sem akadályozza alapvető biztonsági funkciót teljesítő másik rendszerelem működését, a berendezés minősítésére nincs szükség, monitorozásból, tesztelésből kihagyható, javítására vagy cseréjére meghibásodásakor van csak szükség.

A karbantartás, az ellenőrzés és az alkatrészcsere követelményeinek meghatározását az engedélyes úgy végzi, hogy azokkal a berendezés funkcióvesztése megbízhatóan elkerülhető legyen.

A hosszú élettartamú, passzív, villamos rendszerelemek esetében is hozhatóak intézkedések a minősített állapot fenntartása érdekében. Passzív villamos rendszerelemek kábelek és hermetikus átvezetőik. Az irányítástechnikai rendszerek kábeleikhez is tartozhatnak hermetikus átvezetők.

A felügyeleti tevékenységek a minősítetlen berendezésekkel és készülékekkel is végrehajthatóak, a termeléshez kapcsolódó érdekek miatt.

4.1. Funkcionális tesztek

A rendszerelemeken végrehajtott periodikus tesztek bizonyítják, hogy a rendszerelem az adott anyagi kondíciói közepette képes tervezett funkcióját betölteni. A funkcióképesség pillanatnyi bizonyításán túl, az ilyen tesztek alkalmasak a rendszerelemek működésére, teljesítményére jellemző paraméterek megmérésén keresztül az olyan eltérések kimutatására, amelyek még nem okoznak működésképtelenséget vagy funkcióvesztést, de már utalhatnak a következő tesztelési időszakot megelőzően bekövetkező meghibásodás bekövetkeztére. Ennek felismerését a korábbi mérések adatait felhasználó paraméter idősorok megléte és vizsgálata hatékonyan segíti.

Az ÜFK és a gyártó karbantartási dokumentációja és ajánlásai szerint elvégzendő funkció tesztek a karbantartási tevékenység, eljárásrend szerint végrehajtott karbantartási program részét képezik. Az eljárás kialakításához figyelembe veszik az iparági jó gyakorlatot és a hatósági előírásokat.

4.2. Monitorozás

Az öregedési folyamatok nyomon követése érdekében a berendezésekre és készülékekre az engedélyes meghatározza a monitorozás programját, a kábelekre vonatkozóan az időszakos roncsolás mentes anyagvizsgálatok, és az állapotfelügyelet programját, úgy, hogy a szignifikáns öregedési folyamatok lehetséges hatásait időben felfedezzék és a szükséges intézkedéseket megtegyék.

Az alapvető biztonsági funkciót és a biztonsági funkciót teljesítő elsődleges rendszerelemek rendelkezésre állása mindenképpen a monitorozó program működtetését, ezen belül rendszeres tesztek végrehajtását igényli.

Kábelek esetében a monitorozó program kiterjed a kábelvégek, a kábelcsatlakozások, árnyékolások, és földelések állapotának vizsgálatára is.

A villamos és irányítástechnikai rendszerelemek nagy részének monitorozása kalibrációs tesztekkel vagy a megelőző karbantartáshoz tartozó ellenőrzésekkel történik. Ezek a tesztek a funkció végrehajtására, vagy a már ismert romlási folyamat hatásának kimutatására irányulhatnak.

Ha a rendszerelem működési tulajdonságait demonstráló paraméterei folyamatos méréssel, vagy időszakos és ciklikus próbák, tesztek során méréssel ellenőrizhetőek, akkor egyúttal az is bizonyítható, hogy a karbantartás eléri-e a célját, és hatékony-e.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Ezeket a periodikus tesztek az üzemeltetési korlátok és feltételek szerint az ilyen előírásokat tartalmazó dokumentum (ÜFK) írja le, és az előírások köve-tése hozzátartozik a létesítmény üzemeltetési engedélyének érvényességé-hez.

A környezeti minősítés programja önmagában nem mindig írja elő a monito-rozást és a berendezés vagy készülék teljesítményére, állapotára jellemző mérési adatok, a károsodást mutatni képes paraméterek idősorainak gyűjté-sét abból a célból, hogy az öregedésüket kezeljék.

A hatások, amelyek, szerencsés esetben mérhető paraméterekhez is köthe-tőek, a mérési eredmények idősoraiból kiolvashatóak, ezért azokra adatgyű-jtést írnak elő.

A környezeti minősítés programjában gondoskodnak legalább a minősített berendezések és készülékek üzemben eltöltött idejének a regisztrálásáról. Ezt tekinthetjük monitorozásnak is. Az adatok felhasználhatóak a tervezés pontosításához.

Tekintettel a hosszútávra szóló elemzések bizonytalanságaira, az idő és a mé-rési adatok a berendezéscsere elkerülését lehetővé tévő javítás szükséges idejének megállapítására szolgálhatnak.

A környezeti feltételek paramétereinek monitorozása vagy ellenőrzése ahhoz a bizonyossághoz járul hozzá, hogy a feltételek folyamatosan megfelelnek a környezeti minősítéskor figyelembevetteknek, vagy ha nem, úgy a gyűjtött adatok hozzájárulnak a minősített élettartam értékének módosításához.

A periodikus funkcionális és kalibrációs tesztek gyakoriságát az ÜFK doku-mentuma írja elő, és ezek eredményeként olyan beavatkozásokra is sor ke-rülhet, amelyeket preventívnek nevezhetünk. Ilyenek lehetnek:

- a) Az üzemi kondíciók elviselésének (tolerancia) további megalapozása: az egyes elviselt körülményekre jellemző paraméterek határértékének to-vábbi pontosítása, vagy a minősített élettartam értékének további ponto-sítása.
- b) A berendezésre vagy készülékre egyedileg előírt telepítési, ellenőrzési, monitorozási, vagy rendszeres karbantartásra vonatkozó előírások meg-tétele, abból a célból, hogy az öregedési hatások csökkenjenek, és a rom-lás megfeleljen a kezdeti környezeti minősítéskor feltételezett mérték-nek.

4.3. Diagnosztika

A diagnosztikai és terhelésmonitorozó rendszerek lehetővé teszik minden blokk üzemállapotban a struktúrák, rendszerek és rendszerelemek állapotának és környezeti feltételeinek gyors és pontos felmérését. Jelezhetik a hibák bekövetkezését, és a korrekciós intézkedések, a karbantartás szükségességét, mielőtt a mért paraméterekre vonatkozatható biztonsági tartalékok kimerülnének. Megmutatják a karbantartás hatékonyságát. A nemzetközi gyakorlat a következő diagnosztikai megoldásokat említi leggyakrabban.

- a) Az üzemi környezet környezeti paramétereinek figyelése (hőmérséklet, sugárzás, nedvesség, és a pára)
- b) Kis és közép feszültségű kábelek és kábelcsatlakozások villamos diagnosztikai vizsgálatai
- c) Villamos forgógépek mérései, rezgésdiagnosztikája
- d) Szünetmentes áramforrások, akkumulátorok diagnosztikája
- e) Elektronikus adatgyűjtő és vezérlő berendezések öndiagnosztikája

4.4. A diagnosztikai és monitorozó rendszerek adatainak hihetősége

A kapcsolódó irányítástechnikai megoldások egyik fő feladata, hogy az érzékelők működését, az érzékelt adatok hihetőségét, az adatfeldolgozás folyamatosságát ellenőrizzék.

A diagnosztikai és monitorozó rendszerek maguk is öregedhetnek (pl.: érzékelés driftje, mérő karakterisztikák megváltozása, stb.) és karbantartást igényelnek. Ez okból az engedélyes megfontolja, hogy jel és adattovábbításra a hagyományos kábelek mellett milyen új megoldások használhatóak fel, mint a száloptika, vagy a vezeték nélküli adatátvitel. A vezeték nélküli adatátvitel a védelemre, fizikai védelemre vonatkozó követelmények kielégítése mellett lehetséges.

A diagnosztikai és monitorozó rendszerek a nagy adatfluxus miatt sokszor komplex algoritmusokat is futtató számítógépes adatgyűjtő rendszereken alapulnak. Ezek megtervezése során az engedélyes gondol a minél egyszerűbb validálhatóságra.

4.5. Javítás és csere

Az engedélyes a környezeti minősítés kezdeti vizsgálatai során, az egymás után, megfelelő sorrendben elvégzett tesztek eredményeként kiadódott berendezés és készülékcsere követelményeket betartja.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

Az aktív villamos és irányítástechnikai rendszerelemek javítása vagy cseréje a kalibrációs tesztek során kimutatott romlás észlelésekor, vagy egyéb, a hosszú távú üzemeltetéshez előírt felügyeleti tevékenység eredményeként történik.

Tekintettel a blokkon üzemelő konfigurációnak a munka elvégzése alatt történő megváltozására, a javítás és a csere az üzemeltetési szabályzatokban leírt módon történhet. A monitorozási technikák alkalmazása lehetővé teszi a javítások és cserék szükségességének előre történő becslését, és a természeti érdekekkel való összehangolását.

Ha a műszakilag ésszerűen cserélhető villamos és irányítástechnikai rendszerelem számára a minősítés nem adható meg, a minősítése érvényét veszti, vagy a minősítéskor meghatározott minősített élettartamát kimerítette, minősítetre cserélik.

5. A MINŐSÍTÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSA ÉS DOKUMENTÁCIÓJA

Az engedélyes a minősítési dokumentációt egységes, világosan szervezett formában készíti el. A dokumentáció tartalmazza a környezeti minősítés bemenő adatait, a hivatkozási alapok ismertetését és a minősítési eredményeket. A dokumentáció határozza meg:

- a) az elért minősítési szintet és az abból levonható következtetéseket,
- b) a felszerelési követelményeket,
- c) azon üzemeltetési korlátokat, melyeken belül a minősítési következtetések érvényesek maradnak,
- d) azon karbantartási, időszakos ellenőrzési és cserekövetelményeket, melyek szükségesek a minősített állapot fenntartásához,
- e) a berendezések minősített élettartamát, valamint
- f) a környezeti minősítés értékelését megalapozó dokumentumokat és azok következtetéseit.

A dokumentáció szervezése berendezés csoportonként célszerű, és kiemelik a meghatározó feltételeket: az extrém környezeti paramétereket és a berendezés élettartamának nagyságát.

A minősítés adatbázisban történő nyilvántartása az adminisztrálhatóság és kezelhetőség szempontjából fontos szempont.

Praktikus és adminisztratív szempontból előnyös, hogy ha a környezeti minősítésbe bevont rendszerelemek nyilvántartása konzisztens a rendszerelemek

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

már létező nyilvántartásával. Az alapvető biztonsági rendszerfunkciók vizsgálatát a határoló felületekig végzik el. A határoló felületen túl már egy másik rendszer szolgáltatott funkcióját vizsgálják: az alapvető biztonsági funkciók teljesülését szolgálják, vagy hibájukkal, téves működésükkel megakadályozhatják.

Az adatbázis tartalmazza a normál üzem és az üzemzavari, illetve esetenként a baleseti események során kialakuló környezeti paramétereket, az elvárt funkció betöltéséhez szükséges kritériumokat valamint az ehhez rendelhető paraméterértékeket a létesítmény különböző helyiségeiben.

Az adatbázisok számát minimalizálják, és gondoskodnak az összekapcsolhatóságukról.

A különféle adatbázisok összekapcsolása történhet rendszerelemek szerint, gyártmánycsoportok szerint, azonosan minősített rendszerelem csoportok szerint, elvárt funkcióban való részvétel szerint, helyiségek szerint, stb.

A környezeti minősítés érvényességének időtartamát a gyorsított öregítéssel szimulált üzemidő határozza meg.

A berendezés dokumentációját annak minősített és üzemi élettartama alatt végig meg őrzik.

A környezeti minősítés dokumentáció a vonatkozó szabvány szerint az alábbi fejezeteket tartalmazza.

5.1. Barátságos környezet

A barátságos környezetre minősített, biztonsági funkciót teljesítő berendezés minősítettségét a következő dokumentumok is demonstrálhatják:

- a) Tervezési vagy Beszerzési specifikáció, amely tartalmazza a normál üzem és az üzemi események között előforduló specifikus környezeti körülmények között teljesítendő funkció követelményeinek leírását
- b) Szeizmikus tesztek jelentései (jegyzőkönyvei) és a megfelelés értékelése vagy tanúsítása

5.2. Barátságtalan környezet

A barátságtalan környezetre minősített, biztonsági funkciót teljesítő berendezés dokumentációja bizonyítja, hogy a berendezés a felhasználásának körülményeire (üzemi, üzemzavari és baleseti) minősítve van, minősített élettartamát, periodikus vizsgálatainak, karbantartásának és állapota monitorozásának rendjét meghatározták.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

A figyelembe vett adatok a berendezés felhasználására specifikusak. Az adatok könnyen érthető, követhető és naprakész állapotban rendelkezésre állnak, hogy lehetővé tegyék a levont következtetések ellenőrzését, és független auditálását.

A barátságtalan környezetben üzemelő biztonsági funkciót teljesítő berendezés dokumentációja a következő tételeket tartalmazza. Egyes esetekben az egyik vagy a másik tétel nem lesz releváns.

- a) A minősített berendezések azonosításához szükséges azonosító adatok, köztük a gyártó, a típus család és a típus azonosítására szolgáló adat.
- b) A biztonsági funkció leírása, és az azonosítására alkalmas adat: elnevezés, jelölés, jelzet.
- c) A minősítés módjának leírása és a mód azonosítására alkalmas információ.
- d) A vizsgálatokon résztvevő mintadarabok azonosítására szolgáló adatok, jelölés.
- e) A normál környezeti feltételek leírása és az azonosítására alkalmas elnevezések, köztük az előforduló üzemi események során előálló környezeti feltételek leírása, és az azonosítására alkalmas elnevezések. Ilyenek a hőmérséklet, a nyomás, a besugárzás, a relatív páratartalom, az elektromágneses és a rádiófrekvenciás interferencia jellemzői, az előforduló túlfeszültség jellemzői, az üzemi igénybevételi ciklusok száma és jellemzése, és azok a tervezési alapba tartozó események, amelyek elviselésére a minősítést elvégezték.
- f) Az elfogadhatósági feltételek leírása, és a funkció teljesítéséhez szükséges teljesítmény paraméterek értéke, valamint a vizsgálat során a berendezés által produkált értékek.
- g) A vizsgálati és teszt lépések sorrendjének leírása.
- h) A telepítés helyére vonatkozó tervezői megfontolások leírása: felszerelés, jellemző geometriai irányok, csatlakozó felületek, szigetelő csövek, szigetelések és egyéb védelmek.
- i) A vizsgálatok során felhasznált konfiguráció leírása abból a célból, hogy látható legyen, vajon a vizsgáló helyiségben (kamrában) a berendezés kapcsolódásai a külvilággal ki voltak-e téve a szimulált üzemzavari, bal-eseti események hatásainak.
- j) Annak igazolása, hogy a vizsgált, tesztelt mintadarabok valóban reprezentálják a minősíteni kívánt berendezést, vagy az igénybevételek tipizálásával kialakított berendezés csoportot.

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

- k) A feltárt öregedési folyamatok leírása, és annak leírása, hogy ezek hogyan voltak figyelembe véve a minősítés vizsgálati során.
- l) A minősített élettartam deklarációja, és a megadott érték indoklása.
- m) Az öregített mintadarab ellenőrző vizsgálatának eredményei.
- n) A tervezési alaphoz tartozó és a tervezésen túli baleseti események szimulációjának leírása, benne a hőmérséklet-idő és a nyomás-idő függvények, a páratartalom, a mechanikai terhelés, a villamos terhelés, az alkalmazott feszültségek, frekvenciák, a vegyi hatások, a vízpermet vagy az elárasztás.
- o) A besugárzással történt vizsgálatok leírása, benne a sugárzás fajtája, a dózisteljesítmény és a teljes dózis nagysága.
- p) A szeizmikus tesztek eredményeinek leírása.
- q) Az alkalmazott konzervativizmus meghatározása: a hőmérséklet, a nyomás, a besugárzás, a villamos betáplálás feszültsége, az üzemelési idő és a földrengés vonatkozásában.
- r) A minősített állapot fenntartásához szükséges felügyelet, periodikus vizsgálatok és tesztek, a karbantartás és alkatrészcsere leírása.
- s) A kezdeti minősítéshez tartozó vizsgálatokon előfordult rendellenességek és ezek minősítésre való kihatásának a leírása.
- t) A minősítés eredményeinek összegzése, diszkusszió a minősítés korlátjainak leírásával, és az ezekhez kapcsolódó figyelmeztetések; a minősített élettartam értéke, és a minősített állapot fenntartásához szükséges periodikus vizsgálatok, valamint felügyeleti tevékenységek időintervallumának közlése.

5.3. A minősítési dokumentáció értékelése

A környezeti minősítési dokumentáció értékelése során felmerülő kérdésekre adandó válaszok meglétét és megfelelőségét vizsgálják. A vizsgálandó kérdések jegyzéke az alábbiakban olvasható. A jegyzékben foglaltak ellenőrzési listaként használhatók, értelemszerűen kihagyva azokat a kérdéseket, melyek az adott berendezésre nem jellemzőek.

Az engedélyes a minősítés felülvizsgálatának dokumentációs mélységét a berendezés által teljesített biztonsági funkció fontosságával összhangban határozza meg.

Az engedélyes tekintettel van arra, hogy a berendezés mely kritériumok alapján kerül be a minősítendő berendezések körébe. Ha funkciója fontossága

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

miatt, akkor a biztonsági osztálya ezt kifejezi. Lehet azonban, hogy minősítésére azért került sor, mert hibája akadályozza más rendszerelem biztonsági funkcióját, vagy beavatkozást igénylő esemény során játszik fontos szerepet.

A környezeti minősítési dokumentáció minőségbiztosítási felülvizsgálatát az üzemeltető és a hatóság is elvégezheti. Egy, a felülvizsgálathoz használható ellenőrző kérdéssorozat itt olvasható.

- 1) Megfelelő-e a minősítési eredmények dokumentáltsága? (A matematikai modellek, a vizsgálati adatok extrapolációja ellenőrzött-e, megfelelő-e és dokumentált-e?)
- 2) Vannak-e világosan megfogalmazott kivételek?
- 3) Igazolva van-e a kiválasztott környezeti minősítési módszer alkalmazsága?
- 4) Ha a környezeti minősítést elemzéssel végezték:
 - a) Figyelembe vették-e a jelen útmutató 3.1. pontjában az elemzések felhasználhatóságára vonatkozó megszorításokat?
 - b) Meghatározták-e a berendezés teljesítményével szembeni követelményeket?
 - c) Elemezték-e teljes körűen a lehetséges meghibásodási módokat és azok lehetséges hatásait?
 - d) Elemezték-e a különböző feltételezések és matematikai modellek érvényességi területének megfelelőségét?
- 5) Elegendően hasonló volt-e a tesztelések során használt mintadarab a beépítendő berendezéshez?
- 6) Figyelembe vették-e a szignifikáns öregedési folyamatok során fellépő romlást, ezen belül:
 - a) Elemezték-e a mechanikus és/vagy ciklikus terhelések hatását?
 - b) A DBE feltételek modellezéséhez az élettartam végének megfelelően öregített próbadarabokat használták-e?
 - c) Azonosították-e a termikus és besugárzás miatti öregedésre érzékeny anyagokat?
 - d) Figyelembe vették-e a berendezés normál üzemi állapotát (nyitott, zárt, feszültség alatti, stb.)?
 - e) Figyelembe vették-e az esetlegesen fellépő villamos túlfeszültségeket?
 - f) Figyelembe vették-e a különböző folyamatok egymásra hatását?

Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben

- 7) Megállapították-e a minősített élettartamot, vagy a szükséges cserék ütemtervét?
- 8) A laboratóriumi minősítő vizsgálatok során alkalmazott paraméterek, feltételezések megfelelőek voltak-e:
 - a) Megfelelően állapították-e meg az üzemzavari, baleseti hőmérsékleteket és nyomásokat?
 - b) Megfelelően állapították-e meg a hőmérséklet és/vagy nyomás maximális értékét?
 - c) Elfogadható-e a maximális értékek fennállásának feltételezett időtartama?
 - d) Megfelelő burkológörbével fedték-e le a hőmérsékleti és nyomáslefutási diagramot?
 - e) A gőz hatását megfelelően vették-e figyelembe?
 - f) Megfelelő volt-e a tesztelési sorrend?
 - g) A fröcskölő víz (spray) hatásait megfelelően figyelembe vették-e?
 - h) A fröcskölő víz igénybevételét a gőztesztek során hajtották-e végre?
 - i) A fröcskölő víz mennyisége, pH-ja, sűrűsége és a fröcskölés időtartama megfelelt-e az erőmű tervezése során figyelembe vett értékeknek?
 - j) A bemerítéses (elárasztásos) próbák kritériumait kielégítették-e?
 - k) A besugárzásos igénybevétel kritériumait kielégítették-e?
 - l) Figyelembe vették-e a megfelelő besugárzási dózist?
 - m) Figyelembe vették-e a béta-sugárzást?
 - n) Figyelembe vették-e a neutronsugárzást?
 - o) Figyelembe vették-e az elektromágneses környezeti hatásokat (EFI, RFI)?
 - p) A tesztek során felmerült eltérések kezelése megfelelő volt-e?
 - q) A funkcionális próbák kritériumai megfelelőek voltak-e?
 - r) A tesztelési tervben, illetve jelentésben feltüntették-e a teljesítménykövetelményeket?
 - s) Megfelelően rögzítették-e a null-állapotú teljesítményjellemzőket?
 - t) A tesztek, vagy az elemzés során bebizonyosodott-e, hogy a berendezés képes lesz teljesíteni az adott blokk adott beépítési helyén elvárt karakterisztikát?

**Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő
atomerőművekben**

- u) A próbadarabok ellenőrző műszerezésének pontossága megfelelő volt-e?
 - v) Megfelelő volt-e a műszerek kalibrálása?
 - w) Volt-e megfelelő megalapozása a tesztelési időtartamnak?
 - x) Megfelelő volt-e a tesztelési időtartam tartaléka (működési idő + 10%)?
- 9) Megfelelően meghatározták-e a karbantartási és időszakos ellenőrzési követelményeket, beleértve azon tevékenységek hangsúlyozását, melyek lényegesek a berendezés minősített állapotának fenntartása érdekében?
- 10) Megfelelően meghatározták-e a felszerelési követelményeket?

6. MELLÉKLET: KÖRNYEZETI MINŐSÍTÉS SZABVÁNYOK TÁJÉKOZTATÓ JEGYZÉKE

- 1) IEEE 323 Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations.
- 2) MSZ EN 60780-323 - Nukleáris létesítmények. Biztonság szempontjából fontos villamos berendezések. Minősítés (IEC/IEEE 60780-323:2016)
- 3) IEEE 99 IEEE Recommended Practice for the Preparation of Test Procedure for the Thermal Evaluation of Insulation Systems for Electric Equipment.
- 4) IEEE 308 - IEEE Standard Criteria for Class 1E Power Systems for Nuclear Power Generating Stations
- 5) IEEE 317 - IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations
- 6) IEC 60772 - Nuclear power plants - Instrumentation systems important to safety - Electrical penetration assemblies in containment structures
- 7) IEEE 334, IEEE Standard for Qualifying Continuous Duty Class 1E Motors for Nuclear Power Generating Stations.
- 8) IEC 60980 Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations
- 9) IEEE 382, IEEE Standard for Qualification of Actuators for Power-Operated Valve Assemblies with Safety-Related Functions for Nuclear Power Plants.
- 10) IEEE 383 - IEEE Standard for Qualifying Electric Cables and Splices for Nuclear Facilities
- 11) IEEE 387 - IEEE Standard for Criteria for Diesel Generator Units Applied as Standby Power Supplies for Nuclear Power Generating Stations
- 12) IEEE 420 - IEEE Standard for the Design and Qualification of Class 1E Control Boards, Panels, and Racks Used in Nuclear Power Generating Stations
- 13) IEEE 535 - IEEE Standard for Qualification of Class 1E Vented Lead Acid Storage Batteries for Nuclear Power Generating Stations
- 14) IEEE 572 - IEEE Standard for Qualification of Class 1E Connection Assemblies for Nuclear Power Generating Stations and Other Nuclear Facilities

**Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő
atomerőművekben**

- 15) IEEE 628, IEEE Standard Criteria for the Design, Installation, and Qualification of Raceway Systems for Class 1E Circuits for Nuclear Power Generating Stations.
- 16) IEEE 638 - IEEE Standard for Qualification of Class 1E Transformers for Nuclear Power Generating Stations
- 17) IEEE 649, IEEE Standard for Qualifying Class 1E Motor Control Centers for Nuclear Power Generating Stations.
- 18) IEEE 650 - IEEE Standard for Qualification of Class 1E Static Battery Chargers, Inverters, and Uninterruptible Power Supply Systems for Nuclear Power Generating Stations
- 19) IEEE 1205 - IEEE Guide for Assessing, Monitoring, and Mitigating Aging Effects on Electrical Equipment Used in Nuclear Power Generating Stations and Other Nuclear Facilities
- 20) IEEE C37.98 - IEEE Standard for Seismic Qualification Testing of Protective Relays and Auxiliaries for Nuclear Facilities
- 21) IEC 60505 Evaluation and qualification of electrical insulation systems
- 22) EN ISO 2578 Plastics – Determination of time-temperature limits after prolonged exposure to heat
- 23) MSZ EN 60811 Villamos kábelek és vezetékek szigetelő- és köpenyanyagai. Közös vizsgálati módszerek
- 24) MSZ IEC 68-3-3 Környezetállósági vizsgálatok. Irányelvek a berendezések szeizmikus vizsgálatához
- 25) MSZ IEC 62003 Atomerőművek. Biztonság szempontjából fontos mérés- és irányítástechnika. Az elektromágneses zavartűrési vizsgálatok követelményei
- 26) MSZ EN 60068 Környezetállósági vizsgálatok