



Nemzeti Jelentés

a 2017. évi tematikus szakértői felülvizsgálatról



Országos Atomenergia Hivatal
Budapest, 2017. december

	Név, beosztás	Aláírás	Dátum
Szerkesztette:	Petőfi Gábor főosztályvezető, OAH		2017. 12. 15.
Ellenőrizte:	Hullán Szabolcs főigazgató-helyettes, OAH		2017. 12. 15.
Jóváhagyta:	Fichtinger Gyula az OAH főigazgatója		2017. 12. 19.

Tartalomjegyzék

01.	Általános információk	5
01.1	A nukleáris létesítmények azonosítása	5
01.2	A nemzeti jelentés kidolgozásának folyamata	5
02.	Átfogó öregedéskezelési program követelmények és ezek teljesítése	6
02.1	Nemzeti szabályozási környezet	6
02.2	Nemzetközi szabványok	8
	Paksi Atomerőmű	8
	Budapesti Kutatóreaktor	10
02.3	Az átfogó öregedéskezelési program bemutatása	10
	Paksi Atomerőmű	10
02.3.1	Az átfogó ÖKP terjedelme	10
02.3.2	Öregedésértékelés	17
02.3.3	Monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységek	20
02.3.4	Megelőző és helyreállító intézkedések	21
	Budapesti Kutatóreaktor	24
02.3.1	Az átfogó ÖKP terjedelme – BKR	24
02.3.2	Öregedésértékelés - BKR	26
02.3.3	Monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységek - BKR 27	
02.4	Az átfogó öregedéskezelési program felülvizsgálata és naprakészen tartása	28
	Paksi Atomerőmű	28
02.4.1.	Vizsgálatok és auditok megállapításainak kezelése	28
02.4.2.	Az üzemeltetési tapasztalatok értékelése	29
02.4.3.	Az átalakítások hatásának értékelése	29
02.4.4.	Az ÖK felülvizsgálatai, hatékonyságának mérése és értékelése	30
	Budapesti Kutatóreaktor	33
02.5	Az öregedéskezelési folyamatok összefoglaló bemutatása és a főbb megállapítások 35	
	Paksi Atomerőmű	35
02.5.1.	Összefoglaló értékelés	35
	Budapesti Kutatóreaktor	35
02.6	A hatósági felügyeleti folyamat	36
02.7	Az átfogó öregedéskezelési program hatósági értékelése és következtetések	37
03.	Villamos kábelek	38
	Paksi Atomerőmű	38
03.1	A villamos kábelek öregedéskezelésének bemutatása	38

03.1.1	A villamos kábelek öregedéskezelésének terjedelme.....	38
03.1.2	A villamos kábelek öregedés-értékelése.....	38
03.1.3	A villamos kábelek monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységei	41
03.1.4	Megelőző és helyreállító intézkedések villamos kábelek esetén.....	42
03.2	Tapasztalatok és felülvizsgálatok eredményei villamos kábelek öregedéskezelésében	43
03.2.1.	A kezelendő romlási folyamatok értékelése.....	43
03.2.2.	Programmódosítások és azok indoklása.....	43
03.2.3	Az engedélyes megállapításai és következtetései a villamos kábelek öregedéskezelésével kapcsolatban	43
	Budapesti Kutatóreaktor.....	45
03.3	A hatóság megállapításai és következtetései a villamos kábelek öregedéskezelésével kapcsolatban	45
04.	Eltakart csővezetékek.....	46
	Paksi Atomerőmű.....	46
04.1	Az eltakart csővezetékek öregedéskezelésének bemutatása	46
04.1.1	Az eltakart csővezetékek öregedéskezelésének terjedelme.....	46
04.1.2	Az eltakart csővezetékek öregedési értékelése	47
04.1.3	Az eltakart csővezetékek monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységei	49
04.1.4	Megelőző és helyreállító intézkedések eltakart csővezetékek esetén.....	51
04.2	Tapasztalatok és felülvizsgálatok eredményei eltakart csővezetékek öregedéskezelésében	51
04.2.1.	A kezelendő romlási folyamatok értékelése.....	51
04.2.2.	Programmódosítások és azok indoklása.....	51
04.2.3	Az engedélyes megállapításai és következtetései az eltakart csővezetékek öregedéskezelésével kapcsolatban	52
	Budapesti Kutatóreaktor.....	53
04.3	A hatóság megállapításai és következtetései az eltakart csővezetékek öregedéskezelésével kapcsolatban	53
05.	Reaktortartályok.....	54
	Paksi Atomerőmű.....	54
05.1	A reaktortartályok öregedéskezelésének bemutatása.....	54
05.1.1	A reaktortartályok öregedéskezelésének terjedelme	54
05.1.2	A reaktortartályok öregedési értékelése	57
05.1.3	A reaktortartályok monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységei	61
05.1.4	Megelőző és helyreállító intézkedések reaktortartályok esetén	65

05.2	Tapasztalatok és felülvizsgálatok eredményei reaktortartályok öregedéskezelésében	66
05.2.1.	A kezelendő romlási folyamatok értékelése	66
05.2.2.	Programmódosítások és azok indoklása	67
05.2.3.	Az engedélyes megállapításai és következtetései a reaktortartályok öregedéskezelésével kapcsolatban	67
	Budapesti Kutatóreaktor.....	68
05.3	A hatóság megállapításai és következtetései a reaktortartályok öregedéskezelésével kapcsolatban	72
06.	Kalandria tartályok (CANDU)	72
07.	Beton konténment szerkezetek.....	72
	Paksi Atomerőmű.....	72
07.1	A beton konténment szerkezetek öregedéskezelésének bemutatása.....	72
07.1.1	A beton konténment szerkezetek öregedéskezelésének terjedelme	73
07.1.2	A beton konténment szerkezetek öregedési értékelése.....	74
07.1.3	A beton konténment szerkezetek monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységei.....	78
07.1.4	Megelőző és helyreállító intézkedések beton konténment szerkezetek esetén	79
07.2	Tapasztalatok és felülvizsgálatok eredményei beton konténment szerkezetek öregedéskezelésében	81
07.2.1.	A kezelendő romlási folyamatok értékelése	81
07.2.2.	Programmódosítások és azok indoklása	83
07.2.3.	Az engedélyes megállapításai és következtetései a beton konténment szerkezetek öregedéskezelésével kapcsolatban.....	83
	Budapesti Kutatóreaktor.....	84
07.3	A hatóság megállapításai és következtetései a beton konténment szerkezetek öregedéskezelésével kapcsolatban	84
08.	Előfeszített beton nyomástartók (AGR).....	84
09.	Átfogó értékelés és általános konklúziók.....	84
10.	Hivatkozások.....	87
	Rövidítések jegyzéke.....	90
11.	Csatolmányok.....	94
	02.3.1.3-1. Melléklet: Gépészeti berendezések öregedéskezelési rendszerelem csoportjai és a kapcsolódó SÖKP-, RECS-azonosítók.....	94
	02.3.1.3-2. Melléklet: Építési szerkezeti elemek öregedéskezelési csoportjai és a kapcsolódó szerkezet-ÖKP-ok	104
	03.1.1-1. MELLÉKLET: A KÁBEL MINTACSOPORTOK.....	106
	05.1.1-1. MELLÉKLET: A REAKTORTARTÁLY ROMLÁSI HELYEI.....	114
	07.1.1.1-1. MELLÉKLET: A VASBETON KONTÉNMENT KIALAKÍTÁSA.....	115

01. Általános információk

01.1 A nukleáris létesítmények azonosítása

A magyarországi nukleáris létesítmények kulcsparaméterei:

- Név: Paksi Atomerőmű (PAE)
 - Engedélyes: MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
 - Típus: 4 db VVER-440 (V-213)
 - Teljesítmény: 500 MWe / blokk
 - Üzembehelyezés éve: 1982, 1984, 1986, 1987
 - Tervezett leállítási időpontja: 2032, 2034, 2036, 2037
-
- Név: Budapesti Kutatóreaktor (BKR)
 - Engedélyes: MTA Energiatudományi Kutatóközpont
 - Típus: könnyűvíz hűtésű és moderátorú, tartály-típusú reaktor, berillium reflektorral, EK-10 üzemanyaggal
 - Teljesítmény: 10 MWth
 - Üzembehelyezés éve: 1959
 - Tervezett leállítási időpontja: nincs meghatározva, a jelenlegi üzemeltetési engedély 2023-ig érvényes.
-
- Név: Oktatóreaktor
 - Engedélyes: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
 - Típus: könnyűvíz hűtésű és moderátorú, tartály típusú reaktor, grafit reflektorral, EK-10 üzemanyaggal
 - Teljesítmény: 100 kWth
 - Üzembehelyezés éve: 1971
 - Tervezett leállítási időpontja: nincs meghatározva, a jelenlegi üzemeltetési engedély 2027-ig érvényes.

A TPR folyamatra összeállított specifikáció alapján Magyarországon két létesítmény érintett a felülvizsgálatban: a Paksi Atomerőmű és a Budapesti Kutatóreaktor. A Nemzeti Jelentés e két létesítményt tárgyalja.

01.2 A nemzeti jelentés kidolgozásának folyamata

Az Európai Unió Nukleáris Biztonsági Direktívája [(2014/87/EURATOM (NSD))] alapján a tagállamoknak 2017. évtől kezdve 6 évente tematikus szakértői felülvizsgálatot kötelező lefolytatniuk nukleáris létesítményekben. A 2017-es felülvizsgálat alapvető célja a résztvevő országok nukleáris létesítményei öregedéskezelési gyakorlatának felülvizsgálata a jógyakorlatok, és a fejlesztendő területek azonosítása érdekében. A felülvizsgálat témáját az ENSREG határozta meg.

Magyarországon a szakértői felülvizsgálat koordinálása az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) feladata. A felülvizsgálat első lépéseként nemzeti önértékelés készült, melynek eredményeit jelen Nemzeti Jelentés (NJ) tartalmazza. A felülvizsgálathoz a WENRA specifikációt készítette [A0], melyben bemutatta a 2017. évi felülvizsgálat háttérét, terjedelmét, illetve megadta az összeállítandó nemzeti jelentés tartalmára vonatkozó követelményeket. Ez alapján az OAH elkészítette a nemzeti önértékelésre vonatkozó specifikációját [A1], mely

egyrészt adaptálta a WENRA specifikációt, azaz meghatározta az érintett létesítményeket és az NJ-ben elkészítendő fejezeteket, elosztotta a feladatokat az érintett engedélyesek és az OAH között, meghatározta a felülvizsgálat teljes ütemezését mind az érintett engedélyesek, mind az OAH számára.

A feladatok végrehajtása érdekében az OAH első lépésként hivatalos levélben [A2] tájékoztatta a két érintett engedélyest, hogy a 2017. évben tematikus szakértői felülvizsgálatot kell lefolytatniuk. 2017. január 24-én nyitó értekezletet tartott az OAH az engedélyesek képviselőinek részvételével. A nyitó értekezleten az OAH ismertette a felülvizsgálat háttérét, illetve az ezzel kapcsolatos feladatok ütemezését. Az egyeztetés alapján az OAH véglegesítette a specifikációt és hivatalosan elküldte azt az engedélyesek részére felkérve őket, hogy a felülvizsgálatot a specifikáció mentén végezzék el.

Az OAH 2017. júniusában formális ellenőrzést végzett mindkét engedélyesnél, hogy megbizonyosodjon a szakértői felülvizsgálati folyamat a specifikációban foglaltaknak megfelelően halad, az engedélyesek önértékelései az elvárt határidőre elkészülnek. A Budapesti Kutatóreaktor esetében az ellenőrzés megállapította: a munka intenzívebb folytatására van szükség ahhoz, hogy az engedélyes határidőre be tudja fejezni a számára előírt jelentésrészét. A felülvizsgálatba külső partnert nem vontak be. A Paksi Atomerőmű az ellenőrzés során tájékoztatta az OAH-t, hogy a felülvizsgálatba bevonta a TSO-ját (VEIKI Energia+ Zrt.), valamint az állandó műszaki konzulenszt (Trampus és Társa Kft.) az eredmény szakvéleményezése érdekében. A munka az ütemezésnek megfelelően haladt. Az ellenőrzésekről az OAH jegyzőkönyveket vett fel [A3, A4].

Az OAH specifikáció szerint az engedélyesek egymástól függetlenül elvégezték az önértékelést, a Paksi Atomerőmű TSO-k bevonásával, majd elkészítették a rájuk vonatkozó fejezeteket a nemzeti jelentéshez, amit elküldtek az OAH részére első körben felülvizsgálat céljából, másodsorra az észrevételek figyelembevételével véglegesítve. A teljes NJ-t az OAH állította össze az általa kidolgozott fejezet részek és az engedélyesek által szolgáltatott anyagok alapján. A végleges változat átesett a védettségi felülvizsgálaton, majd elkészült a jelentés angol fordítása. Mindkét nyelvű változatot az OAH a honlapján (www.haea.gov.hu) egy-egy hír keretében közzétette és jelezte, hogy a jelentéshez várja a kérdéseket, hozzászólásokat.

02. Átfogó öregedéskezelési program követelmények és ezek teljesítése

02.1 Nemzeti szabályozási környezet

Az érintett nukleáris létesítmények létesítése, üzembe helyezése idejében a hatályos hazai előírásokban lényegében nem voltak követelmények az átfogó, szisztematikus öregedéskezelésre. Az atomerőmű üzembe helyezésének idejében a ma hatékonynak tekintett öregedéskezelés részeként azonosított programok (karbantartás, üzem közbeni vizsgálatok, felügyeleti tevékenység) megtervezésére és működtetésére voltak kötelező érvényű előírások.

Az öregedéskezelés a nemzeti szabályozásban, a követelmények szintjén legelőször 1995-ben jelent meg, a Paksi Atomerőmű 1-2. blokkok első Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatának módját elrendelő hatósági határozattal kiadott útmutatóban [A5]. Az útmutató részletes leírást tartalmazott arra vonatkozóan, hogy a felülvizsgálat során hogyan kell értékelní és felülvizsgální a rendszerek és berendezések öregedésének kezelésére folytatott szisztematikus tevékenységet. Az útmutató az akkor rendelkezésre álló nemzetközi ajánlások és hazai

megfontolások, tapasztalatok alapján készült el. A biztonság szempontjából fontos rendszerekre, szerelemekre teljes körűen kiterjedt. Megjelent az optimális és koordinált program végrehajtásának igénye és a ma, a hatékony öregedéskezelés attribútumainak tekintett elemek túlnyomó része.

Az elvárások 1997-ben emelkedtek jogszabályi szintre [A6], amikor a nukleáris biztonsági követelményeket tartalmazó kormányrendeletben a nukleáris létesítmények (tehát mindkét érintett létesítmény-típus) időszakos biztonsági felülvizsgálatának kötelező elemévé tette az öregedés és az öregedéskezelési tevékenység értékelését és ehhez szempontokat is adott. A rendeletben megjelent az öregedési problémák vizsgálatának igénye a nukleáris biztonságot érintő események tekintetében is, továbbá a rendeletben megtalálhatók az öregedéskezelés tervezési és üzemeltetési szempontjai, bár még nem a ma elvárt szisztematikus alapon.

A 2000-es évek elején, miután a Paksi Atomerőmű tulajdonosa stratégiai célként deklarálta a tervezett üzemidő meghosszabbítását, az OAH kidolgozta ennek részletes nukleáris biztonsági követelményeit, és előbb a hatósági útmutatókban, majd 2005-ben az új nukleáris biztonsági követelményeket tartalmazó kormányrendeletben [A7] már a mai elvárásoknak megfelelő szintű öregedéskezelési követelmények jelentek meg.

A jelentés készítésének időpontjában hatályos nukleáris biztonsági követelményeket a 118/2011 Korm. rendelet [A8] és a mellékleteiként kiadott nukleáris biztonsági szabályzat (továbbiakban NBSZ) tartalmazza. A 10 kötetes szabályzat és a végrehajtáshoz kapcsolódó hatósági útmutatók az alábbiak szerint részletesen tartalmazzák az öregedéskezelés megtervezésére és az átfogó öregedéskezelési program működtetésére vonatkozó követelményeket:

1. Az *öregedés, öregedési folyamatok, öregedéskezelés és az öregedéskezelési program definíciója* összhangban van a WENRA TPR specifikációban [A0] szereplő interpretációval (NBSZ 10. kötet 131-133 definíciók).
2. A tervezés során figyelembe kell venni a teljes élettartam alatt várható öregedési folyamatokat (Atomerőműre: NBSZ 3.3.2.0200, Kutatóreaktorra: NBSZ 5.2.2.4200.).
3. A tervezés keretében azonosítani kell az öregedési folyamatokat, biztosítani kell az öregedéskezelési programhoz szükséges adatokat, biztosítani kell a karbantartási és egyéb programokkal való összhangot, a bizonytalanságok figyelembevételével igazolni a biztonsági funkciók teljesítését, meg kell határozni az RRE-k élettartamát, az öregedési mechanizmusokhoz kapcsolódó mutatókat, kritériumokat. Meg kell határozni az öregedéskezelésre vonatkozó tervezői előírásokat (NBSZ 3.3.2.3900-4400, NBSZ 5.2.5.0100-0200., 5.2.7.0200-0300, 5.2.10.0100.)
4. Az üzemeltetés során átfogó öregedéskezelési programot kell működtetni összehangolva az egyéb létesítményi programokkal (karbantartás, felügyelet, minősítés), öregedési adatbázis létrehozásával és fenntartásával. A programot rendszeresen felül kell vizsgálni, és naprakészen kell tartani. (NBSZ 4.6.2.0100-0700, NBSZ 5.3.9.0100-0600). Atomerőmű esetében az egyedi programokra további megkövetelések érvényesek: a karbantartás hatékonyság monitorozását végezni kell aktív komponensek esetében, barátságtalan környezetben üzemelő villamos és irányítástechnikai szerelemek esetén környezetállósági minősítést kell végezni, a fővízköri és pihentető medencéhez tartozó szerelemek esetében egyedi öregedéskezelési programokkal kell rendelkezni. (NBSZ 4.6.0.0100-0200.)

5. Az öregedési folyamatok és az öregedéskezelés hatékonyságának értékelése része a tízévente esedékes Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatnak (NBSZ 1.7.3.0500., NBSZ 4.6.2.0700., NBSZ 5.3.9.0600.).
6. Atomerőmű esetében a tervezett üzemidőn túli üzemelés engedélyezési folyamatának előfeltétele a hatékony öregedéskezelési program működtetése és része a passzív és hosszú életű rendszerelemek öregedéskezelésének felülvizsgálata (NBSZ 1.2.6.1400, 4.15.0.0500-0700.).
7. Az atomerőmű esetében az öregedés figyelembevételére a tervezés során és az öregedéskezelés végrehajtására az üzemeltetés közben részletes útmutatókat adott ki az OAH az engedélyes részére ([A9], [A10]).
8. Az atomerőmű tervezett üzemidőn túli üzemelésére való felkészülést és az engedélyeztetés végrehajtását részletező útmutatók tartalmazzák az öregedéskezeléssel kapcsolatos elvárásokat ([A11], [A12]).
9. A nukleáris létesítmények rendszeres jelentési kötelezettségei között szerepel, hogy az éves jelentésben be kell számolni az öregedéskezelési program működtetésének tapasztalatairól a megadott szempontok mentén ([A13], [A14]).

A magyar hatósági rendszerben a műszaki szabványok használata nem kötelező, de azok hivatkozhatók hatósági határozatokban vagy egyéb hatósági eljárások során. Ugyanakkor az Atomtörvény [A15] előírja, hogy nukleáris létesítmény engedélykérelmeinek megalapozásához a szabványhasználat kötelező. Az NBSZ előírja (NBSZ 2.2.1.0300), hogy a létesítmény irányítási rendszerének meg kell határoznia az engedélyes által alkalmazásra átvett nemzetközi szabályzatokat és szabványokat. A biztonság szempontjából fontos rendszereket, rendszerelemeket a nukleáris iparban elfogadott szabványok alkalmazásával kell tervezni (NBSZ 3.2.1.2100., NBSZ 5.2.22.0300.). Az NBSZ ezen túlmenően számos helyen hivatkozik a szabványok használatára. Ezek alapján az engedélyesnek kell meghatározni az öregedéskezelés során alkalmazandó szabványokat, és igazolni kell az alkalmazhatóságukat, azzal a kikötéssel, hogy csak elismert szabványok alkalmazhatók.

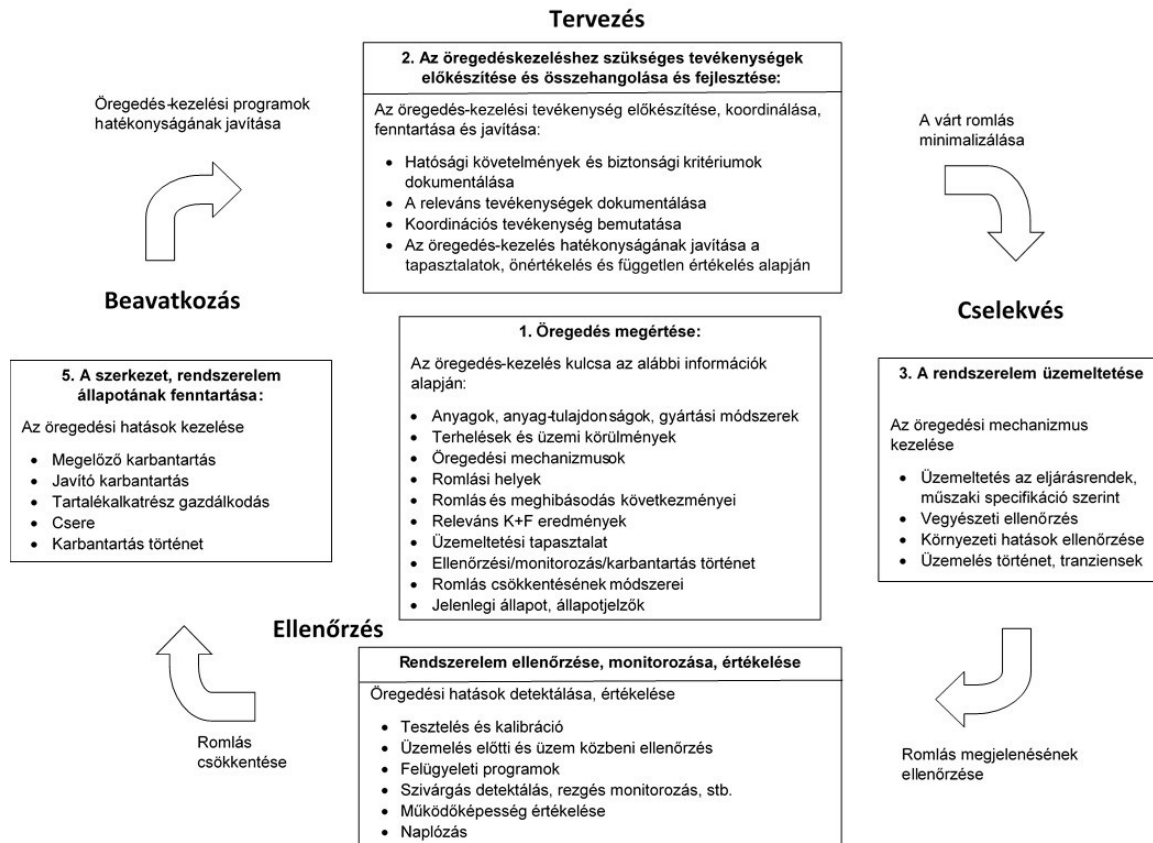
Magyarországon az Atomtörvény szerint az atomenergia alkalmazása és felügyelete során érvényesíteni kell a fokozatosság elvét. Ennek megfelelően a nukleáris biztonsági követelmények is a fokozatos megközelítés elvével összhangban szigorúbbak, részletesebbek a nagyobb kockázatot képviselő nukleáris létesítmények esetében, a hatósági eljárások pedig a Nukleáris Biztonsági Követelményekről szóló rendelet szerint [A8] differenciáltak a nukleáris biztonsági jelentőség szerint. Az öregedéskezelésre vonatkozó fenti követelmények követik, az e terület megfelelését felügyelő hatósági eljárások pedig figyelembe veszik ezt az alapvetést. Az OAH a jelen felülvizsgálat értékelését is ennek figyelembevételével végezte.

02.2 Nemzetközi szabványok

Paksi Atomerőmű

A Paksi Atomerőmű (PAE) átfogó öregedéskezelési programja felépítésének elvi alapját az atomerőművek öregedéskezelési gyakorlatában jól ismert, a NAÜ NS-G-2.12¹ [1] útmutatójában javasolt, a 02.2-1. ábrán szereplő Öregedéskezelési (ÖK) rendszer képezte.

¹ A jelentés írásakor még érvényben volt.



Az ábra a NAÜ NS-G-2.12 [1] revízióját képező, NAÜ DRAFT SAFETY GUIDE DS485 [2]-ben is szerepel. Az újabb ábra a korábbi változathoz képest részben eltér, de a szisztematikus ÖK-rendszer kialakításának alapelvei ugyanazok.

A PAE Átfogó Öregedéskezelési Programjában (ÁÖKP) az öregedéskezelési rendszer ábrán feltüntetett, alapvető elemeinek mindegyike megtalálható. Ezek kialakítása, továbbfejlesztése és működtetése során felhasznált legfontosabb nemzetközi szabványok a következők:

- NUREG-1801 GALL [3],
- IAEA-TECDOC-1668 [4],
- IAEA-TECDOC-1557 [5],
- IAEA-TECDOC-1361 [6],
- IAEA-TECDOC-1025 [7],
- IAEA-TECDOC-1188 [8],
- IAEA IGALL [9] jelentések
- WENRA [10] referencia-szintek.

A nemzeti szabályozásban előírt, adott romlási folyamatokhoz, illetve azok kezeléséhez tartozó ismereteket rögzítő Típus Öregedéskezelési Programok (TÖKP), valamint a berendezés Specifikus Öregedéskezelési Programok (SÖKP) a következő 10 attribútumon alapulnak.

1. Romlási folyamatok, öregedésre érzékeny romlási helyek meghatározása;
2. Öregedési folyamatokat mérséklő és megelőző intézkedések;

3. Ellenőrizendő paraméterek;
4. Öregedési hatások észlelése;
5. Monitorozás, trendfigyelés, állapotértékelés;
6. Megfelelőségi kritériumok;
7. Javító intézkedések;
8. Visszacsatolás, az öregedéskezelési program hatékonyságának növelése;
9. Adminisztratív ellenőrzés – Minőségbiztosítás, koordináció, dokumentálás;
10. Üzemeltetési tapasztalatok hasznosítása.

A Paksi Atomerőmű az ASME BPVC XI (2001) [11] szabványt (2013-ban megjelent MSZ 27011 [12] magyar szabványként is) alkalmazta

- az öregedési hatások észlelését biztosító főbb programok, az Időszakos Ellenőrzési Programok (IEP) és az IEP-khez illesztett anyagvizsgálati keretprogramok kialakításához,
- az IEP és az anyagvizsgálati programok elfogadási kritériumai meghatározásához,
- a talált hibák javítási technológiáinak kidolgozásához.

Ezzel biztosították, hogy e programok megfeleljenek a nemzetközi gyakorlatnak.

Budapesti Kutatóreaktor

A BKR Öregedéskezelési Program 2005-ös életbelépésekor az IAEA-TECDOC-792 *Management of Research Reactor Ageing* c. kiadványát vették alapul. A program későbbi felülvizsgálata során figyelembe vették az IAEA SSG-10 *Ageing Management for Research Reactor* [A16] ajánlásait.

A fenti dokumentumok alapján határozták meg a BKR-ben figyelembe veendő fizikai és nem fizikai öregedési hatásokat és az öregedéskezelési folyamat lépéseit.

02.3 Az átfogó öregedéskezelési program bemutatása

Paksi Atomerőmű

02.3.1 Az átfogó ÖKP terjedelme

A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek (RRE) terjedelmét a hazai hatósági szabályozás alapján – amely megfelel a NAÜ szabványoknak és a jó nemzetközi gyakorlatnak is – határozták meg. Az így meghatározott rendszer elemeket öregedéskezeléssel, környezetállósági minősítéssel vagy karbantartással, illetve karbantartás hatékonyság monitorozásával (KHM) kezelik az alábbi főbb csoportoknak megfelelően:

- A passzív gépészeti rendszer elemek, épületek és egyéb építési szerkezetek, a passzív villamos és irányítástechnikai V&I rendszer elemcsoportok esetén az öregedéskezelést alkalmazzák.
- Az aktív funkciójú rendszer elemekre a KHM-et működtetik.

- A villamos és irányítástechnikai rendszerelemek, kábelek túlnyomó többségét és egyes szerkezeti elemeket környezetállósági minősítéssel, illetve annak fenntartásával kezelik.

02.3.1.1. Felelősségek

A Szervezeti és Működési Szabályzat (SZMSZ) [A18] rögzíti, hogy az átfogó öregedéskezelés a Műszaki Igazgatóság feladata. A Műszaki Igazgatóság megfelelő függetlenséggel rendelkező szervezetnek, az Öregedéskezelési Osztálynak delegálta a jogkört az alábbi főbb feladatoknak megfelelően:

- az öregedéskezelés érdekében végzett műszaki tevékenységek szakmai irányítása és felügyelete;
- az ÖK-programok készítése/készíttetése, kiadása;
- az öregedéskezelési programok műszaki/tudományos tartalmának felügyelete;
- az öregedési folyamatok megértését segítő kutatás-fejlesztés (K+F) tevékenység végzése és végeztetése.

Az ÖK-programok végrehajtása a Műszaki Igazgatóságon belül a Gépész, a Villamos és az Irányítástechnikai Műszaki, továbbá az Építészeti Osztály feladatkörébe tartozik.

A villamos és irányítástechnikai rendszerelemek karbantartási programjait, egyes építési szerkezetek, építmények állapot ellenőrzési programjait operatív öregedéskezelési programokként is alkalmazzák.

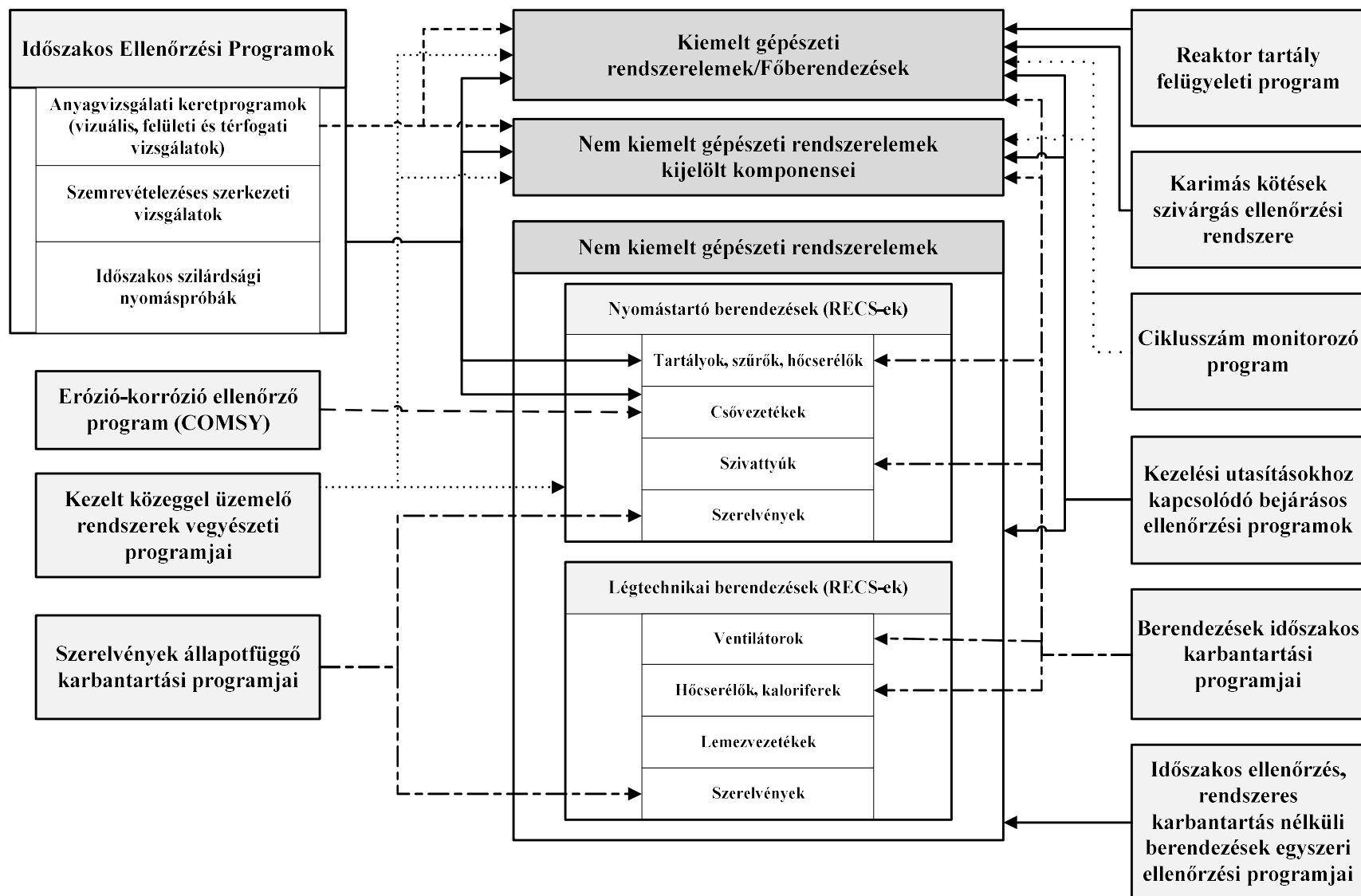
A gépészeti rendszerelemek öregedéskezeléséhez több operatív ÖK-programot is felhasználnak, a legfontosabbakat a 02.3.1.1-1. ábra összegzi. Ezek a következők:

- A kiemelt és a nem kiemelt gépészeti rendszerelemek közül a nyomástartó funkciókat ellátó tartályok, szűrők, hőcserélők Időszakos Ellenőrzési Programjai:
 - Ezek keretében végzik el az anyagvizsgálati keretprogramokban, a szemrevételezéses szerkezeti vizsgálati programokban előírt ellenőrzéseket, továbbá a szilárdsági nyomáspróbákat is.
 - Az anyagvizsgálati keretprogramok a kiemelt rendszerelemekre és a nem kiemelt rendszerelemek kijelölt komponenseire terjednek ki.
 - Szemrevételezéses szerkezeti vizsgálatokat – a nem kiemelt szivattyúk és szerelvények kivételével – gyakorlatilag az összes nyomástartó gépészeti berendezésen végeznek.
- A kiemelt és a nem kiemelt gépészeti rendszerelemek, így adott tartályok, hőcserélők, szűrők, szivattyúk, ventilátorok, kaloriferek időszakos karbantartási programjai keretében is végeznek szemrevételezéses ellenőrzést.
- A szerelvények állapotfüggő karbantartásának részét képező szemrevételezés.
- A fentiek szerinti operatív programok terjedelmében nem szereplő, azaz időszakos karbantartás, ellenőrzés nélküli rendszerelemek esetében egyszeri, referenciaállapot-vizsgálatokat hajtanak végre.
- Vannak programjaik, amelyek egy-egy romlási folyamat célzott ellenőrzését szolgálják, ilyenek:
 - a reaktortartály fal sugárkárosodását ellenőrző reaktortartály felügyeleti program;
 - a fáradás szempontjából kritikus berendezések, komponensek terhelési ciklusszámait ellenőrző program;
 - a vegyészeti programok, amelyek a kezelt közeggel érintkező belső felületek korróziós folyamatainak megelőzését, mérséklését is szolgálják;
 - az erózió-korrózió ellenőrző program, amellyel ellenőrzik az összes olyan csővezetéknek a falvastagságát, amelyknél ez a romlási folyamat szerepet játszik.

- Az üzemeltetési gyakorlatban alkalmazott, a karimás kötések szivárgás ellenőrzési tevékenységét és a bejárásos ellenőrzési programokat is felhasználják adott romlási folyamatok esetleges fellépésének megelőzésére, ellenőrzésére.

A főbb operatív öregedéskezelési programok felelős szervezetei:

- Időszakos Ellenőrzési Programok – Műszaki Igazgatóság;
- Anyagvizsgálatok – Anyagvizsgáló Osztály;
- Reaktortartály Sugárkárosodás Felügyeleti Program – Anyagvizsgáló Osztály;
- Építészeti állapotfelügyeleti programok – Építészeti Osztály;
- Karbantartási programok – Műszaki Igazgatóság Műszaki Főosztály;
- Vízüzemi, vegyészeti programok – Vegyészeti Főosztály;
- Előírt üzemeltetési paraméterek tartása, szivárgás ellenőrzés, üzem közbeni bejárások – Üzemviteli Igazgatóság.



02.3.1.1-1. ábra: A gépészeti rendszerelemek öregedéskezeléséhez kapcsolódó főbb operatív programok a Paksi Atomerőműben

02.3.1.2. Az RRE-k azonosításának módszerei

A [02.3.1. fejezet](#)ben leírtaknak megfelelően a biztonság szempontjából fontos rendszerelemek terjedelmébe tartozó passzív rendszerelemeknél alkalmazzák az öregedéskezelést. Az ÁÖKP-be tartozó rendszerelemek azonosítása a TBE304 jelzetű, „Átfogó öregedéskezelés folyamata” című eljárásrendnek [14] megfelelően történik. A terjedelem létrehozásához szükséges paramétereket, szempontokat (nukleáris és földrengésbiztonsági besorolás, biztonsági funkció, aktív-passzív elem meghatározása) az erőmű központi műszaki adatbázisa (a továbbiakban AS6) tartalmazza. Az öregedéskezelésben érintett RRE-k, kábelek adatbázisa az AS6, illetve az ADRIA információs rendszerben található meg.

02.3.1.3. Az RRE-k csoportosítása a szűrési folyamatban

Az ÖK terjedelemben tartozó rendszerelemek öregedéskezelését az OAH által kiadott 4.12. útmutató [15] szabályozza. Az útmutató a GALL jelentésben [3] is megjelenített 10 attribútumot tartalmazó specifikus öregedéskezelési programok (SÖKP) kidolgozását és működtetését írja elő az ÖK terjedelemben tartozó rendszerelemekre, illetve azok ÖK szempontból hasonlóan kezelhető csoportjaira.

Gépészeti rendszerelemek

A kiemelt gépészeti főberendezések öregedésének kezelésére önálló öregedéskezelési programokat dolgoztak ki.

A nem kiemelt gépész berendezések esetén olyan rendszerelem-csoportokba (RECS-ekbe) sorolták a rendszerelemeket, amelyek öregedési folyamatai azonosak és a kezelési módok hasonlóak. A rendszerelem-csoportok kialakítását, olyan jellemzők azonosítása határozta meg, mint a rendszerelem típusa, a szerkezeti anyagok és az üzemi környezet. Néhány esetben a SÖKP-ön belüli további alcsoportok kialakítása is szükséges volt, mert bizonyos romlási folyamatokat, vagy pl. kezelési lehetőségeket, csak adott berendezések, illetve komponensek esetén kellett, illetve lehetett figyelembe venni.

Vannak olyan gépészeti berendezések is, amelyeket önálló berendezésspecifikus öregedéskezelési programokkal kezelnek.

A gépészeti rendszerelem csoportok, valamint a rendszerelem-csoportokhoz tartozó RECS kódok képzése a 02.3.1.3-1. táblázatban bemutatott elveknek felel meg. A [02.3.1.3-1. Melléklet](#) összefoglalja a gépészeti berendezések öregedéskezelési terjedelmét lefedő öregedéskezelési rendszerelemcsoportokat (RECS), az egyedileg kezelt kiemelt és nem kiemelt berendezéseket, valamint a kapcsolódó SÖKP-ök azonosítóit.

02.3.1.3-1. táblázat: A rendszerelem csoportok, és azokhoz tartozó RECS-kódok képzése

A RECS-kód formátuma: AN ₁ N ₁ N ₂				
Kód karakter	A	N ₁	N ₁	N ₂
Karakter-jelentés	Berendezés fajtája	1. közeg	2. közeg	Berendezés anyaga
Lehetséges karakter-értékek	B –Tartály D – Szivattyú DV - ventilátor N – Szűrő S – Szerelvény W – Hőcserélő Z – Csővezeték, lemezvezeték	1 – Primerköri víz 2 – Primerköri gőz 3 – Kezelt víz 4 – Vízgőz 5 – Duna víz 6 – Egyéb szennyezett oldat 7 – Olaj 8 – Gáz 9 – Sav/lúg 10 – Vízgőz-gáz elegy		1 – Szénacélok, nem korrózióálló acélok 2 – Korrózióálló acélok 3 – Egyéb ötvözetek 4 – Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok) 5 – Vegyes (Korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek) 6 – Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/ Egyéb ötvözetek) 7 – Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/ Korrózióálló acélok/ Egyéb ötvözetek)

Épületek és egyéb építési szerkezetek

Az épületek és egyéb építési szerkezetek öregedéskezeléséhez a hatósági követelmények, ill. ajánlások figyelembe vételével szerkezeti elem csoportokat képeztek. Az egyes szerkezeti elem csoportokat anyag- és szerkeztulajdonság szerinti főcsoportokba is besorolták. A csoportosítás rendező elve az volt, hogy a csoportokon belüli, azonos (hasonló) tulajdonságú (anyag, kivitelezés, környezet) elemeknél azonosított öregedési hatások és romlási folyamatok, és így ezek kezelési módja is azonos (hasonló) legyen.

Az öregedéskezeléshez szerkezet-programokat és építmény-programokat alkalmaznak.

A szerkezet-programok többsége egy-egy szerkezeti elem főcsoportra vagy csoportra vonatkozik, kisebb részük (5 db) bizonyos szerkezeti elem csoportokhoz kapcsolódó egyes konkrét jelenségek, folyamatok kezelését tárgyalja (pl. gépalapok fáradása, magas hőmérsékletű vasbeton szerkezetek), a [02.3.1.3-2. Melléklet](#) táblázata szerint.

A komplex építményekre vonatkozó építmény-programok azonosítják a használandó szerkezet programokat és szerkezeti elem csoportonként meghatározzák a szerkezet-programok végrehajtásának konkrét feltételeit, kereteit, logisztikai szempontjait stb.

Az építmények és szerkezetek öregedéskezeléséhez viszonylag nagyszámú szerkezet-programot (21 db) és építmény-programot (32 db) használnak.

Villamos és irányítástechnikai rendszerlemek

A PAE gyakorlatában a biztonság szempontjából fontos passzív V&I rendszerlemek döntő többségének az öregedéskezelése környezetállósági minősítéssel valósul meg. A

környezetállósági minősítéssel nem rendelkező passzív villamos és irányítástechnikai rendszerelemek/komponensek romlási folyamatainak kezeléséhez a saját üzemi és a nemzetközi tapasztalat alapján a 02.3.1.3-2. táblázatban szereplő SÖKP-ökbe sorolták az öregedéskezelési szempontból együtt kezelhető villamos és irányítástechnikai rendszerelem-csoportokat.

02.3.1.3-2. táblázat: A villamos és irányítástechnikai rendszerelemek öregedéskezelési programjai, rendszerelem csoportjai

SÖKP azonosító	A SÖKP-ben kezelt rendszerelem csoport megnevezése
V-SÖKP-01	A 6 kV-os villamos elosztói gyűjtősínek, tartószigetelők és áramkötéseik
V-SÖKP-02	0,4 kV-os és egyenáramú merev gyűjtősínes villamos elosztói gyűjtősínek, tartószigetelők és áramkötéseik
V-SÖKP-03	Kiselosztói gyűjtősínek, szigetelők és áramkötéseik (HIMEL CRN és RITTAL típusú kiselosztók)
V-SÖKP-04	PRISMA típusú alelosztó berendezések áramkötései
V-SÖKP-05	Öntött alumínium és műanyag tokozású elosztói gyűjtősínek, tartószigetelők, és áramkötéseik
V-SÖKP-06	Huzalozott kialakítású berendezés-áramkötések
V-SÖKP-07	Kisfeszültségű PVC szigetelésű kábelek
V-SÖKP-12	Környezetállósági minősítéssel nem rendelkező kábelek
V-SÖKP-13	Környezetállósági minősítéssel nem rendelkező mérőkábelek

02.3.1.4. A karbantartási gyakorlat értékelése az új öregedéskezelési programok kidolgozása során

A karbantartási gyakorlat ÖK szerinti megfelelőségének értékelése során a karbantartás széles körű értelmezését tekinti kiindulási alapnak az Átfogó öregedéskezelés folyamata a TBE304 ben [14] rögzítetteknek megfelelően. Új öregedéskezelési programok véglegesítése, meglévő módosítási javaslatainak elfogadása előtt az öregedéskezelést biztosító tevékenységeket, az operatív ÖK-programokat szabályozó dokumentumokat módosítani kell, vagy új dokumentumokat kell kidolgozni. Az érintett dokumentumok körébe tartoznak:

- az Időszakos Ellenőrzési Programok (IEP);
- az Anyagvizsgálati Keretprogramok [16];
- a Kétszintű Kritérium Gyűjtemény (KKGY) [17];
- az anyagvizsgálati technológiák, a karbantartási utasítások;
- az üzemviteli programok (KU/TU);
- vegyszeti programok, ciklusszámfigyelés stb.), továbbá
- a műszaki állapot szinten tartási és a csere programok.

Az operatív programok ÖK-szempontrú megfelelősége értékelése során azonosítani szükséges azokat a meglévő programokat, amelyek az adott rendszerelemeket kezelő SÖKP-ben feltüntetett szignifikáns romlási folyamatok 10 pontos ÖK-rendszerben történő kezeléséhez kapcsolhatók. Az azonosítás során kell meghatározni az operatív programok megfelelőségét, illetve a megfelelőséghez szükséges kiegészítéseket, módosításokat is. Ha az adott rendszerelemekhez nem rendelhetők az ÖK-követelményeknek (is) megfelelő, meglévő operatív programok, akkor olyan új programok kerülnek kidolgozásra, amelyek kiegészítik a

meglévő ÖK-programokat. Ilyen kiegészítő programok például, a kijelölt referencia rendszerelemeken végzett állapotvizsgálatok.

A programok ÖK szempontú megfelelőségét akkor is vizsgálni kell, ha a rendszerelemeken nem várt romlási folyamatok léptek fel, vagy a feltételezett károsodási hatások felgyorsulását tapasztalják. Ilyen esetekben az ÖK-programok vizsgálati terjedelmének, gyakoriságának változtatása, továbbá kiegészítő és/vagy fejlettebb vizsgálati módszerek bevezetése, alkalmazása lehetséges.

02.3.1.5. Minőségbiztosítás, hatékonyság értékelés

A minőségbiztosítást az Irányítási Kézikönyv [18] szerinti integrált irányítási rendszer, az öregedéskezelési programok végrehajtásához kapcsolódó belső szabályzás, az eljárásrendek követelményei, illetve azok teljesítése garantálják. Az öregedéskezelési programokban előírt adatgyűjtés, karbantartási és üzemeltetés történetre vonatkozó trendek értékelése a TBE304-nek [14] megfelelően, az Öregedéskezelési programok működtetése: TBE305 eljárásrendben [19] rögzítettek szerint történik.

- Az ÖKP-nak megfelelő terjedelemben és módon végrehajtják a vizsgálatokat, ellenőrzéseket, karbantartási tevékenységeket. Az előírt kritériumok szerint megtörténik a kapott eredmények értékelése és dokumentálása az AS6-ban.
- A kiemelt gépészeti berendezések esetén az öregedéskezelő mérnök, a többi öregedéskezelési program esetén az operatív öregedéskezelő elvégzi az eredmények öregedéskezelési szempontú ellenőrzését, az ÖK-programok működésének értékelését.
- Amennyiben az öregedéskezelési kritériumok nem teljesülnek, vagy nemkívánatos trendek lépnek fel, akkor a szükséges intézkedéseket, ÖKP-módosítást, -javítást, -cserét is dokumentálni kell az ÖK adatbázisban.

Az erőművi folyamatokhoz az NBSZ 2.5.1.0300. előírásai szerint elvárt mutatószámokat képeznek a TBE304 [14] és a TBE305 [19] folyamatokhoz tartozóan. Az éves ÖK-jelentésekben három mutatóval értékelik az érintett ÖK-tevékenységek hatékonyságát. Ezek az alábbiak:

- karbantartás és ellenőrzések során feltárt új romlási folyamatok és/vagy kritikus helyek száma;
- a különböző öregedéskezelési dokumentumok hatósági értékelése, elfogadása esetén visszajelzett megjegyzések minősége és mennyisége;
- a végrehajtott öregedéskezelési programok aránya a tervezetthez képest.

Az ÁÖKP hatásosságát a végrehajtott öregedéskezelési tevékenységek alapján évente értékelni szükséges. Az értékelés terjedelmét és formai követelményét az éves ÖK-jelentésekre (is) vonatkozó, OAH által kiadott 1.24 útmutató [20] határozza meg. Az ÁÖKP hatékonyságának, az esetleges trendeknek az átfogó értékelése az Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat (IBF) során 10 évenként is megtörténik az OAH által kiadott A1.39. útmutatónak [21] megfelelően.

02.3.2 Öregedésértékelés

02.3.2.1. Dokumentumok figyelembe vétele

Az ÁÖKP főbb elemeinek kialakításához a [02.2. fejezet](#)ben ismertetett, meghatározó nemzetközi szabványok, útmutatók, dokumentumok kerültek felhasználásra. A 4.12 útmutatónak [15] megfelelően típus öregedéskezelési programokat (TÖKP) és a

rendszerelemcsoportokra specifikus öregedéskezelési programokat (SÖKP) kell összeállítani. A SÖKP működtetéséhez illeszteni kell az operatív ÖK-programokat is.

A rendelkezésre álló gyártóművi dokumentumokat, mint például a berendezésekhez tartozó rajzdokumentációkat, gépkönyveket, műszaki leírásokat, gyártóművi minőségellenőrzési adatokat, hegesztési előírásokat, szilárdsági, ridegtörési, kifáradási számításokat a SÖKP-ök és az operatív ÖK-programok műszaki megalapozásához használják fel.

A SÖKP-ök és az operatív ÖK-programok kidolgozásához felhasznált legfontosabb üzemeltetési dokumentumok a MÜSZ [25], és a rendszerspecifikus kezelési utasítások voltak.

02.3.2.2. Az öregedési mechanizmusok és következményeik azonosítása

Az ÖK-terjedelemben sorolt rendszerlemek jelentős hányadánál a kezelendő romlási folyamatok azonosításának alapját a romlási folyamatok/romlási helyek 4.12. útmutató [15] mellékletében található felsorolása képezte. Az ÖK-útmutató megalapozásához az OAH a 4.12. útmutató [15] mellékletében feltüntetett berendezésekre öregedéskezelési háttéranyagokat dolgoztatott ki. Az OAH felkérésére nemzetközi szakértői csoport is felülvizsgálta az ÖK-ra vonatkozó útmutatók tervezeteit, így a 4.12. útmutatót [15] is, és a felülvizsgálat eredményeit az OAH az útmutatók véglegesítése során vette figyelembe.

A SÖKP-ök kidolgozása során az OAH által kiadott 4.12 útmutató [15] mellékletében nem szereplő romlási helyek, illetve romlási folyamatok, hatások meghatározása a saját és az iparági tapasztalatok, valamint a mértékadó nemzetközi előírások, ajánlások alapján (mint a NUREG 1801 [3], IAEA-TECDOC-1556 [26], IAEA-TECDOC-1668 [4], IAEA-TECDOC-1557 [5], IAEA-TECDOC-1361 [6], IAEA-TECDOC-1025 [7], IAEA-TECDOC-1188 [8], IGALL [9]) történt.

A TBE304 eljárásrend [14] rögzíti, hogy az öregedéskezelési programok működési tapasztalatai, az iparági gyakorlat alapján szükség lehet:

- új romlási folyamatok kezelésére;
- a romlási folyamatokra vonatkozó műszaki-tudományos ismeretek pontosítására;
- adott romlási folyamatok fellépésének kizárására (cserék és/vagy hatékony megelőző intézkedések révén).

Ezekben az esetekben szükség esetén új TÖKP létrehozására, vagy a már meglévő TÖKP módosítására, törlésére kerülhet sor.

02.3.2.3. Elfogadási kritériumok meghatározása

Az öregedéskezelési programok az adott komponenstől elvárt biztonsági funkciók fenntarthatóságát alapul véve rögzítik adott romlási folyamatok miatti öregedési hatások megengedhető mértékét, és/vagy az elfogadási kritériumok meghatározási módját.

A RRE-k megkövetelt/elvárt műszaki állapota megállapításához szükséges, az öregedés hatását jellemző elfogadási kritériumok meghatározásához a nemzetközi gyakorlatban elfogadott módszerek, kritériumok (ASME BPVC XI (2001) [11], NUREG 1801 [3], NAÜ IGALL [9], IEEE 323 [27] stb.) mellett a saját karbantartási és ellenőrzési gyakorlatban bevált kritériumokat is alkalmazzák. Egyes esetekben egyedi modellszámítások eredményeképpen határozzák meg az elfogadási kritériumot. A jelentés 03-07. fejezetei példákat mutatnak be az öregedési hatások közvetlen és közvetett elfogadási kritériumaira.

02.3.2.4. Az erőművi programok kulcs elemei az öregedés értékelésében

Az öregedés értékelése kulcselemeinek azokat a SÖKP-ökhöz rendelt operatív ÖK-programokat tekintik, amelyek az öregedési hatások (lokális/általános anyagfogyás, repedések keletkezése, terjedése, anyagtulajdonság-változás stb.), észlelését, detektálását, monitorozását biztosítják ahhoz, hogy az érintett komponensek, szerelemek műszaki állapotának megfelelőségét értékelni lehessen. A főbb programok:

- az időszakos anyagvizsgálati programok (KA-01÷10_C15 anyagvizsgálatok [16]) amelyek elfogadási kritériumait a KKGY [17] rögzíti, amely kritériumok azonosak az ASME BPVC XI (2001) szabvány IWB, C, D-3000-ben szereplőkkel;
- az Időszakos Ellenőrzési Programok (szerkezeti vizsgálat, nyomáspróba);
- a reaktortartály-felügyeleti program;
- az erózió-korrózió-ellenőrző program (COMSY - Condition Oriented ageing and plant life Monitoring SYstem);
- a karbantartási programok keretében történő, továbbá az építészeti állapotfelmérések során végzett szemrevételezéses ellenőrzési programok;
- vízvegyészeti programok.

A jelentés 03-07. fejezetei példákat mutatnak be az öregedés hatásainak észleléséhez rendelt programokra, a kulcsfontosságú erőművi programok felhasználásának jellemző módjaira.

02.3.2.5. K+F tevékenységek

Az ÁÖKP egyik fontos eleme a kutatás-fejlesztési feladatok meghatározása, végrehajtása és az eredmények visszacsatolása az ÖK-programokba. Az ÖK-hoz szükséges K+F feladatok meghatározását, és azok végrehajtását alapvetően az Öregedéskezelési Osztály végzi, az adott téma szakterületi felelőseinek bevonásával. A fontosabb, illetve kiemelten kezelt K+F feladatok meghatározásához és külső szakmai felügyeletéhez az Öregedéskezelési Osztály az MVM PA Zrt. Szerkezetintegritási Tudományos Tanácsadó Testületét (SZI TTT) is igénybe veszi.

Az MVM PA Zrt. tagja az EPRI-nek és résztvevője a NUGENIA programnak. A projektek VVER vonatkozású tapasztalatait, az ÖK nemzetközi gyakorlat minden fontos elemét átveszik és hasznosítják az ÖKP-k felülvizsgálata során.

Az öregedés értékeléséhez kapcsolódó fontosabb K+F tevékenységek:

- Gőzfejlesztő hőcserélőcsövek feszültségkorróziós érzékenységvizsgálatai;
- Reaktortartályfal-anyagok besugárzásos vizsgálatai;
- Szabályozó és Biztonság Védelmi Rendszer (SZBVR) hajtások átvezetéseinek betétcsövei meghibásodásához kapcsolódó elemzések, vizsgálatok, kísérletek;
- Főkeringtető Szivattyú (FKSZ) fedél/vezetőkerék károsodásokhoz kapcsolódó elemzések, vizsgálatok, kísérletek;
- Kábelek öregedéskezelését megalapozó vizsgálatok;
- Vasbeton szerkezetek mintavételezéses állapotértékelései;
- Mikrobiológiai korróziós vizsgálatok.

02.3.2.6. Üzemeltetési tapasztalatok alkalmazása

A feltételezendő, illetve a várható romlási folyamatok, öregedési hatások meghatározásának egyik fontos forrása a belső és külső üzemeltetési tapasztalatok gyűjtése és értékelése. Az

információt az Öregedéskezelési Osztály az operatív ÖK-programok felelős szervezeteivel együtt rendszeresen, illetve szükség esetén egyedileg értékeli. Az újabb információk alapján szükség szerint sor kerül az ÖKP-k módosítására, kiegészítésére is. A SÖKP-ök terjedelmében nyert tapasztalatok értékelése évenként történik. Az iparági információk felülvizsgálata is évenként valósul meg. A tapasztalatok alapján szükséges módosítások, kiegészítések a SÖKP-ök időszakos felülvizsgálata során kerülnek be a programokba, ugyanakkor egyedi, lényegi eltérések esetén akár azonnali ÖK módosítások kidolgozására és bevezetésére is sor kerül.

A belső üzemeltetési tapasztalatok hasznosítására, az azonnali ÖKP-módosításra példaként szolgálnak a pihentető medence hűtőköri csővezetékek korróziós károsodása megjelenéséhez és kezeléséhez tartozó SÖKP kiegészítések, operatív ÖK-program módosítások. A külső üzemeltetési tapasztalatok alapján történő ÖKP-módosításokra az FKSZ fedél/vezetőkerék károsodásainak kezeléséhez tartozó intézkedések meghatározása és alkalmazása említhető jellemző példaként. A jelentés 03-07. fejezetei további példákat is bemutatnak a belső és külső üzemeltetési tapasztalatok alkalmazására.

02.3.3 Monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységek

02.3.3.1. Állapotmutatók és paraméterek monitorozása, trendkövetés

A biztonság szempontjából fontos berendezések állapotmutatóinak (repedésmentesség, maradó falvastagság, hibamentesség, anyagtulajdonság-változás stb.), valamint az öregedéshez, öregedéskezeléshez kapcsolódó közvetlen és közvetett paramétereknek (terhelési ciklusszámok, üzemi paraméterek változása, vegyszeti paraméterek stb.) a monitorozása, trendkövetése már az erőmű üzembe helyezése óta folyik. Ezeknek a tevékenységeknek a koordinálása, egységes rendszerben történő felhasználása az első IBF-et követően alakult ki, az akkoriban elkezdett szisztematikus öregedéskezelési rendszer, az ÁÖKP bevezetése és működtetése keretében valósult meg. Az ÁÖKP kialakítása és alkalmazása során megtörtént ezeknek a tevékenységeknek az értékelése és az ÖK-igényekhez való illesztése. A jelentés 03-07. fejezetei konkrét példákat mutatnak be az állapotmutatók és paraméterek monitorozására és trendkövetésére.

02.3.3.2. Vizsgálati programok

A nyomástartó berendezések és csővezetékek Időszakos Ellenőrzési Programjai keretében végzik el az anyagvizsgálati keretprogramokban, a szemrevételezéses szerkezeti vizsgálati programokban előírt vizsgálatokat, továbbá az időszakos nyomáspróbákat is. Az anyagvizsgálati keretprogramok a kiemelt rendszerelemekre és a nem kiemelt rendszerlemek kijelölt komponenseire terjednek ki. Szerkezeti vizsgálatokat – a nem kiemelt szivattyúk és szerelvények kivételével - gyakorlatilag az összes nyomástartó berendezésen végeznek. A gépészeti rendszerlemek időszakos karbantartási programjai keretében is végeznek szemrevételezéses ellenőrzést. A szerelvények állapotfüggő karbantartásának is részét képezi a szemrevételezéses ellenőrzés. Az előbbiektől szerinti operatív programok terjedelmébe nem tartozó, azaz időszakos karbantartás, ellenőrzés nélküli rendszerlemek esetében referencia-rendszerlemeket jelöltek ki, és ezek állapot vizsgálatát hajtják végre.

A villamos és irányítástechnikai rendszerlemek ÖK-programjaiban feltüntetett állapotvizsgálatokat a karbantartási programok keretében végzik el.

Az építmények és egyéb építési szerkezetek ÖK-programjaiban előírt vizsgálatokat az időszakos állapotellenőrzési programok keretében hajtják végre.

A fenti programok közül jellemzően az anyagvizsgálati programok minősített anyagvizsgálataihoz kapcsolhatók harmadik fél által minősített szervezetek tevékenységei. A vizsgálatminősítést az ENIQ (European Network of Inspection and Qualification) módszertani irányelvei és ajánlott gyakorlati útmutatói, valamint a NAŰ-nek a VVER típusú atomerőművekre kidolgozott vizsgálatminősítési metodikája figyelembevételével végzik.

02.3.3.3. Felügyeleti programok

Az erőmű főbb felügyeleti programjai az alábbiak:

- a reaktortartály-felügyeleti programa (részletek a [05. fejezet](#)ben);
- a hermetikus tér integrális tömörség vizsgálati programja (részletek a [07. fejezet](#)ben);
- a konténment vasbeton szerkezetek időszakos mintavételezéses ellenőrzési programja (részletek a [07. fejezet](#)ben);
- az épületek süllyedés vizsgálati programja (részletek a [07. fejezet](#)ben);
- a főberendezések adott komponensein végzett keménységmérések programja, amelynek keretében az érintett komponensek mechanikai anyagtulajdonságai esetleges változását követik.

02.3.3.4. Nem várt romlási folyamatokra vonatkozó előírások

A nem várt romlási folyamatok kezelése az ÁÖKP alapdokumentumában [28] előírtaknak megfelelően, a következők szerint valósul meg:

- állapotellenőrzés, eseménykivizsgálás során tapasztalt eltéréseknél vizsgálni kell új öregedési folyamatok fellépésének lehetőségét is;
- szükség esetén el kell végezni a hasonló körülmények között üzemelő hasonló rendszerelemek állapotellenőrzését;
- korábban nem feltételezett, vagy a feltételezettnél gyorsabban fejlődő romlási folyamat felmerülése esetén a folyamatot a tervezési megfontolásoktól kezdődően újra elemezni kell, és a szükséges intézkedéseket (pl. SÖKP módosítása) meg kell határozni, alkalmazni kell;
- ha az alap-ok nem egyértelműen azonosítható, akkor legalább az összes következményt és a folyamat várható előrehaladását meg kell állapítani;
- felülvizsgálatot kell végezni akkor is, ha a nemzetközi üzemeltetési tapasztalatban jelentkezik a hazai gyakorlatban nem kezelt rendellenesség.

A fenti részfeladatokra, folyamatokra vonatkozó előírásokat a TBE304 [14], TBE305 [19], illetve az operatív ÖK-programok végrehajtását szabályozó dokumentumok tartalmazzák.

02.3.4 Megelőző és helyreállító intézkedések

02.3.4.1. Az öregedéskezelési programokban rögzített megelőző intézkedések

A specifikus öregedéskezelési programok feltüntetik az adott SÖKP-ben kezelendő romlási folyamatok hatásának megelőzését szolgáló intézkedéseket, tevékenységeket is, a megelőzéshez kapcsolódó operatív ÖK-programokat. A főbb jellemző megelőző intézkedések az alábbiak.

Gépészeti rendszerlemek

- Sugárkárosodás mértékének csökkentése: olyan üzemanyagöltetek alkalmazásával, amelyek eredményeként csökken a reaktortartály falát érő gyorsneutron fluencia (részletek a [05. fejezet](#)ben);

- Bórsavkorrózió megelőzése: a jelentősebb szivárgások kialakulásának megelőzése a szivárgás-ellenőrzési programmal (részletek a [05. fejezetben](#));
- Összes korróziós folyamat és a környezettel támogatott fáradás megelőzése: a kezelt, ellenőrzött közeggel (víz, olaj) üzemelő rendszerek vegyészeti programjaival;
- Korrózió megelőzése: védőbevonatok alkalmazásával és azok állagának megőrzésével, a felületek időszakos tisztításával;
- Lokális korróziós folyamatok megelőzése: engedélyezett segédanyagok használatával;
- Fáradás megelőzése: fáradást okozó terhelési ciklusok számának, jellemzőinek határértéken belüli tartása, illetve szükség esetén a ciklusok, terhelések csökkentése az üzemvitel módosításával, hőfeszültségek csökkentése hővédő elemek beépítésével;
- Lazulás megelőzése a csavaros kötéseknel: a gyártás/szerelés során alkalmazott rögzítő varratokkal;
- Karbantartási kopás megelőzése: kímélő karbantartási technikák alkalmazásával.

Építmények és építési szerkezetek

- Minden hozzáférhető felület károsodásának megelőzése: az építmény-ÖKP-ok és a szerkezet-ÖKP-ok együttes működtetésével, a helyszíni szemlék során feltárt apróbb hibák javításával;
- Alapozások károsodásának megelőzése: a talajvíz kémiai összetételének vizsgálata az agresszivitás értékeléséhez;
- Cső- és kábeltartó szerkezetek, nyílászárók károsodásának megelőzése: a szerkezetek bevonatának megvédése az olyan hatásoktól, amelyek a környezetben végzett karbantartási, javítási tevékenységből (pl. hegesztésből) származnak;
- Vasbeton szerkezetek, falazatok károsodásának megelőzése: a víz és bórsav oldat szivárgások megszüntetése, ill. minimalizálása, a felületi betonhibák javítása, a károsodott részek javítása (szakértői vélemény alapján). Az üzemi tapasztalatok és a szakértői vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a bórsav oldat elsősorban a nehézbeton szerkezetek felületi rétegét károsítja;
- Acélszerkezetek károsodásának megelőzése: a romlási folyamatokat elősegítő környezeti hatások elkerülését biztosító intézkedésekkel a víz és bórsav oldat szivárgások megszüntetése; a bevonati és rögzítőelem-hibák javítása;
- Hermetikus burkolat károsodásának megelőzése: a víz- és bórsav-oldat szivárgások megszüntetése, ill. minimalizálása; a mechanikai behatások elkerülése, az integrális tömörségvizsgálatok csökkentett nyomásszinteken történő végzése;
- Magas hőmérsékletű beton károsodásának megelőzése: a magas hőmérsékletű berendezések hőszigetelésének megfelelő karbantartásával; a magas hőmérsékletű átvezetések hűtésének ellenőrzésével, a hűtőrendszer megfelelő karbantartásával;
- Bevonatok károsodásának megelőzése: a hőmérséklet megengedett határok között tartásával; a sugárzás szintjének elegendően alacsony értéken tartásával; a bevonatok agresszív vegyi hatásoktól és nem tervezett mechanikai hatásoktól történő megvédésével;
- Gépalapok károsodásának megelőzése: a rezgés forrásának csökkentésével, a gépészeti berendezés szükség szerinti javításával, karbantartásával, esetleges üzemviteli módosítással; az esetleges olajszivárgás megszüntetésével a gépészeti berendezés megfelelő karbantartásával; rezgés elleni szigetelés elhelyezésével a berendezés és a gépalap közé;
- Földművek károsodásának megelőzése: az erózió elleni védelem biztosításával, megfelelő füvesítéssel, burkolattal és ezek karbantartásával.

Villamos és irányítástechnikai rendszerelemek

- Kábelek, csatlakozások károsodásának megelőzése: mechanikai sérülések elkerülése fokozott figyelemmel végrehajtott karbantartással;
- Elosztói gyűjtősínek, elosztók, tartószigetelők és áramkötések károsodásának megelőzését szolgáló tevékenységek:
 - előírt környezeti paraméterek tartása;
 - felületi szennyeződések eltávolítása;
 - pára és szennyezőanyagok behatolásának megakadályozása;
 - zárlat, túlterhelés megakadályozása;
 - karbantartási igénybevétel csökkentése.

02.3.4.2. Az öregedéskezelési programokban rögzített javító intézkedések

A specifikus öregedéskezelési programok feltüntetik az adott SÖKP-ben kezelendő romlási folyamatok hatásának kezelését biztosító javító intézkedéseket, tevékenységeket is, a javító intézkedésekhez kapcsolódó operatív ÖK-programokat. A főbb jellemző javító intézkedések az alábbiak.

Gépészeti rendszerelemek

- Repedések, lokális anyagfogyások lokális javítása engedélyezett javítási technológiával;
- Amennyiben a szilárdsági számítások kifáradáselemzései során adott komponensekre $CUF > 1$ értéket határoznak meg, akkor kiegészítő monitorozás bevezetése;
- Tervezési állapot helyreállítása javítással, komponenscserével;
- Az elfogadási kritériumokat meghaladó repedések megjelenése esetén, törésmechanikai elemzés;
- Bórsavszivárgások megszüntetése;
- Konstruktív átalakítások: pl. a sérülékeny kötőelemek átalakítása, az adott romlási folyamatra kevésbé érzékeny anyaggal történő kiváltások;
- Hőcserélőcsövek dugózása;
- Időszakos tisztítások;
- Időszakos állapotvizsgálatok gyakoriságának, módszereinek szükség szerinti módosítása.

Építmények és építési szerkezetek

- Az elfogadási kritériumtól való eltérés esetén ellenőrző számítások, érzékenységvizsgálatok végzése;
- Erőteljesebb romlási folyamat esetén az ellenőrzések gyakoriságának módosítása, kiegészítő – akár mintavételen alapuló – vizsgálatok elvégzése;
- Az állapotvizsgálatok során feltárt hibák javítása;
- A szükséges javító intézkedéseket az erőmű karbantartási gyakorlata, ill. egyedi szakértői vélemény alapján kell meghatározni, elrendelni.

Villamos és irányítástechnikai rendszerelemek

- Nem megfelelőnek minősített kábelvonal esetén a kábel cseréje;
- Melegedési és korróziós nyomok eltávolítása;
- Hibás kötések megfelelő anyagokkal történő újra szerelése;
- Meghibásodott szigetelők, szigetelés cseréje;

- Sérült alkatrészek eredetivel történő pótlása;
- Öregedett, nem megfelelő állapotú elemek javítása, cseréje;
- Öregedett sorkapcsok cseréje;
- Szekrénytömítések cseréje;
- Felületek tisztítása;
- Egyes komponensek (kötések, vezetékek) oxidatív öregedése esetén az esetleges zárlat, túlterhelés kiváltó okának felderítése.

Budapesti Kutatóreaktor

02.3.1 Az átfogó ÖKP terjedelme – BKR

A BKR öregedéskezelési programja 2005-ben indult az első IBF lezárását követően. A program célja a degradációs folyamatok beazonosítása, figyelemmel kísérése, végső soron a reaktor biztonságos üzemeltetése a tervezett élettartam végéig. A tevékenység az alábbi, jól elkülöníthető folyamatokból áll:

- Adatgyűjtés, monitorozás, épületek állapotának ellenőrzése;
- Értékelés. Határérték-túllépés figyelemmel kísérése, kopási, elhasználódási trendek készítése;
- Beavatkozás. Javítási és csereütemtervek készítése és végrehajtása;
- BKR minőségbiztosítási gyakorlata szerinti dokumentáltság;
- Beszámoló készítése az adott évi tevékenységről;
- K+F tapasztalatok átvétele, a program felülvizsgálata.

Az öregedési tevékenység vagy program fókuszában az alábbi fizikai és nem fizikai öregedési hatások állnak:

- Neutron és gamma-sugárzás okozta károsodás (következmény: pl. kiégés)
- Termikus öregedés;
- Lassú alakváltozás (geometria változás);
- Nyomás hatására törés, összeomlás;
- Mozgás, elmozdulás;
- Nagyciklusú fáradás;
- Kisciklusú fáradás;
- Kopás;
- Erózió;
- Korrozó, galvánelemhatás;
- Ülepedés, kémiai szennyeződés;
- Biológiai degradáció (ioncserélő gyanta hatásfokvesztés állás során);
- Technológia fejlődése, erkölcsi elévülés;
- Dokumentáció hiányosságai;
- Humán faktor.

A NAÜ kiadványokban meghatározott elvek alapján bekerültek a programba RRE-k az alábbi szempontok szerint:

- Biztonsági funkció, jellemzően BIOS 1-3;
- Karbantartható-nem karbantartható;
- Cserélhető-nem cserélhető;
- Üzem közben ellenőrizhető- állásidőben ellenőrizhető.

Az ÖKP-be bevont rendszerek és rendszerelemek:

- Az aktív zónát magába foglaló reaktortartály és szerelvényei;
- Szabályozó és biztonság védelmi (BV) rudak;
- Nukleáris mérőláncok;
- Primerköri csővezeték a főelzáró szelepekkel;
- Hőcserélők;
- Gravitációs tartály (passzív szükségűtés);
- Pótvíz tartályok;
- Jód- és aeroszol szűrő kazetták;
- Baleseti recirkulációs szellőzés szűrői;
- Akkumulátortelemek;
- Kiegészítő fűtőköteg tartályok;
- Folyékony radioaktív hulladék-tároló (FRHT) tartály;
- Reaktorépület technológiai helyiségei;
- Szellőztető kémény.

Az ÖKP-ba bevont RRE-eket magába foglaló épületek, épületszerkezetek is részei a programnak.

Felelősségek

A kutatóreaktornál különül a karbantartási tevékenység, az öregedési folyamatok monitorozása/kezelése és az üzemzavari helyzetekben biztonsági funkciót ellátó berendezések környezetállósági minősítése. A 3 tevékenység között átfedés azonosítható, bizonyos vizsgálatokat, ellenőrzéseket és próbákat egyidejűleg, egymásra építve végzik el.

Az Öregedéskezelő Szervezet vezetőjét és tagjait a reaktor üzemvezetője nevezi ki. A szervezet tevékenységét részmunkaidőben, fő feladatainak ellátásával párhuzamosan végzik. A szervezet közvetlenül a reaktor üzemvezetőjének van alárendelve. Tevékenységéről évente beszámolót készít, amely az év végi csoportvezetői értekezlet melléklete. A szervezet tevékenységét az Sz-1.14 Minőségbiztosítási Szabályzat [A17] szerint végzi. A szervezet összetétele:

- Fejlesztési szakcsoport: 1 fő gépészmérnök, aki egyben a szervezet vezetője.
- Mechanikai szakcsoport: 1 fő,
- Villamos szakcsoport: 1 fő,
- Műszer- és irányítástechnikai szakcsoport: 1 fő,
- Sugárvédelmi és besugárzó szakcsoport: 1 fő,
- RMR szoftverfelelősi feladatkört ellátó munkatárs: 1 fő,
- A kampányjelentések készítéséért felelős munkatárs: 1 fő.

Az RRE-k azonosításának módszerei

A programba bevont RRE-k azonosítása a kutatóreaktor alfanumerikus rendszere alapján történik. Ezen túlmenően az ÖKP alapidokumentumaiban feltüntetik a BIOS szerinti osztályba sorolást és az adott rendszerelem biztonsági funkcióját is.

RRE-k csoportosítása, szűrése

A programba bevont RRE-k csoportosítása és ezen belüli szűrő funkciók alkalmazása a kutatóreaktor egyszerű mivolta miatt nem szükséges.

A karbantartási gyakorlat értékelése az új öregedéskezelési programok kidolgozása során

Az átfogó öregedéskezelési program értékelésekor, felülvizsgálatokor a karbantartási gyakorlat eredményeit visszacsatolják, figyelembe veszik.

Minőségbiztosítás, hatékonyságértékelés

A mérési jegyzőkönyvek egységes formalapokon készülnek, a kiadott feladatok a kutatóreaktornál rendszeresített Munkautasításon szerepelnek. Értékelésük és archiválásuk is tárgyi szabályzat alapján történik. A kutatóreaktor 2012-től fokozatosan áttért az adatbázisok és mérési jegyzőkönyvek elektronikus használatára és archiválására. Papíralapú dokumentumot csak indokolt esetben használnak.

A tevékenységek szakszerű elvégzéséhez szükség esetén külső vállalkozókat vesznek igénybe. A beszállítók minősítése az Sz-1.14 (v2) Minőségbiztosítási Szabályzat [A17] szerint történik. Minőségbiztosítási szempontból lényeges, hogy a RRE alfanumerikus jelölését összerendelik a BIOS szerinti osztályba sorolással és a biztonsági funkciókkal.

02.3.2 Öregedésértékelés - BKR

A kutatóreaktornál az öregedési folyamatok kizárására, illetve lassítására az alábbi négy módszer szolgál:

- Megelőzés, mellyel kizárhatók az öregedési folyamatok. Ilyenek lehetnek pl. passziválás, védőbevonatok, festés.
- Az öregedési folyamatok lassítása. Pl. vízminta analízis gyakoriságának növelése, többlépcsős szűrési technológiák alkalmazása (fordított ozmózis eljárás, HEPA filterek).
- Új diagnosztikai technológia átvétele. Pl. csővezetékek falvastagság mérése, UH-vizsgálatok, vízalatti videó felvételek.
- Teljesítménymonitorozás. Pl. hőcserélők hőátadási teljesítménye, akkumulátor telepek kapacitás változásának követése, levegőszűrők szűrési hatásfokának rendszeres ellenőrzése.

Első lépésként a RRE-k kiválasztása, valamint öregedési folyamatainak a meghatározása történik.

A monitorozó, adatgyűjtő tevékenység a program második pillére. Ezt részletesen a 02.3.3 fejezet ismerteti.

Az adatbázisok kiértékelése a harmadik pillér. Kereskedelmi termékeknél a gyártóművi előírások adják a bázisát a tevékenységnek. Egyedi tervezésű berendezéseknél a műszaki tervdokumentáció, ezen belül is a kiviteli tervek és az átadási dokumentáció az alap. Hatósági útmutató kizárólag erőművekre készült, ezt kutatóreaktorra alkalmazni értelmetlen.

A kapott adatok függvényében:

- első lépésként a programba bevont rendszerelemeknél megfigyelt öregedési hatások nyomon követése, a degradáció mértékének meghatározása és a rendszerelem megfelelőségének igazolása történik;
- elvégzik a meghibásodások okainak elemzését;
- a javítások, cserék ütemezését a reaktor menetrend és az éves karbantartási terv egyeztetésével végzik;
- megtörténik a lecserélt rendszerlemek állapotának utólagos vizsgálata és értékelése,
- a tapasztalatok hasznosítását illetően elvégzik a tevékenységek, eljárásrendek értékelését és esetleges módosításukat (visszacsatolás).

K+F tevékenységek

Az ÖKP vezetője 2009-től vesz részt a NAÜ által szervezett Workshop-okon és Technical Meeting-eken. Említést érdemelnek az IAEA Initiative on RR Ageing és a NAÜ és a Massachusetts Institute of Technology által szervezett Technical Meeting on RR Ageing Management programok. A BKR nem végez szisztematikus, a saját öregedéskezeléséhez kapcsolódó K+F tevékenységet, ugyanakkor eseti alapon, szükség esetén saját maga végez, vagy megbízás alapján más intézményekkel végeztet kutatási tevékenységet.

Üzemeltetési tapasztalatok alkalmazása

Az eredeti VVR-Sz reaktorok egyrészt jelentős átalakításokon estek át (teljesítménynövelés, fűtőelemtípus-cserék stb.) másrészt kettő kivételével bezártak. Vietnámban üzemel egy reaktor 2 MWth teljesítményen és Ukrajnában is létezik hasonló reaktor. Mindkettő műszaki állapota elavult, az ukrán reaktor gyakorlatilag nem üzemel. Nemzetközi tapasztalat nem áll rendelkezésre.

Hazai üzemeltetési tapasztalatok révén elvégzett fejlesztések, jobbító intézkedések:

- Szabályozórudak vizuális és örvényáramos vizsgálata;
- Kiegészítő fűtőkötég tárolásának átalakítása víz alatti tárolásról felszázra;
- Szellőzőrendszer modernizációja;
- Kiterjesztett vízminta vételek;
- Primerköri főelzáró szelepek tömítés anyagának kiváltása;
- Szekunder kör mechanikus szűrőjének kiváltása ioncserélősre;
- Akkumulátortöltők cseréje intelligens elektronikával rendelkező töltőkre;
- Pótvízgyártó berendezés cseréje korszerűbb berendezésre.

02.3.3 Monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységek - BKR

Állapotmutatók és paraméterek monitorozása, trendkövetés

A mérésadatgyűjtő számítógép, az üzemi naplók és a formalapok adataiból excel táblázatban rögzítenek kampányonként 270 paramétert.

Főbb monitorozott paraméterek:

- Forgógép-üzemórák;
- Üzemeltetési paraméterek reaktor kampányonkénti és összesített adatai;
- Primer és szekunder kör forgalom és nyomás;
- Levegőforgalmak, depressziók;
- Tartály vízszintek;
- Forgógépek rezgésmérései;

- Vízminta elemzések a korróziós és a hasadási termékek csoportosításában;
- Biztonságvédelmi szabályozórúd esési idők.

Paraméterek monitorozási gyakorisága:

- Reaktor mérésadatgyűjtő rendszer (RMR) által folyamatosan gyűjtött paraméterek;
- Hetenkénti ellenőrzések (alagút, FRHT);
- Reaktorindítás előtti ellenőrzések;
- Havonkénti ellenőrzések (vízmintavétel, akkumulátor cellafeszültség, szivárgó kutak);
- Negyedévenkénti ellenőrzések;
- Éves nagykarbantartás során elvégzett mérések,
- Tartály szerkezeti- és nyomáspróbák MSZ, illetve MFT (IEP) alapján → 4, 6, 8 év.

A trendkövetés keretében az Excel alapú adatbázisból tetszőleges paraméterek, tetszőleges időintervallumra felrajzolt trendjei készíthetők. Említést érdemel az akkumulátor telepek kapacitásméréseinek évenkénti trendje, valamint a hőcserélők és hűtőtornyok hőátadásának IBF-k alkalmával felvett trendje.

Vizsgálati és felügyeleti programok

- Tartály szerkezeti- és nyomáspróbák MSZ, illetve MFT (IEP) alapján;
- Külső kiegészítő fűtőköteg tároló körül lévő szivárgó kutaknál gamma dózisteljesítmény mérése havonta;
- Jód- és aeroszol szűrőkön nyomásmérés és gamma-dózisteljesítmény mérés havonta;
- Reaktortartály vizuális vizsgálata 10 évenként;
- Akkumulátor telepek kapacitásának mérése évenként;
- Épületek vezetői bejárása évenként.

Nem várt romlási folyamatok kezelése

Az észlelt romlási folyamatok kezelése minden esetben egyedi, vezetői döntés alapján történik. A BKR 12 éves ÖKP működtetése alatti nem várt események kezelése:

Esemény	Esemény kezelése
1 Szabályozó rúd lyukadása	Csere
2 Akkumulátor elektródáknál korrózió	Csere
3 Diffúzor rögzítő csavar meglazulása	Csere
4 Primerköri főelzáró tömítés ridegedése	Csere
5 Szekunder hűtőkör talajban futó csöveinél korrózió	Csere
6 Nukleáris mérőlánc bizonytalanná válása	Kamraszerelvény csere

02.4 Az átfogó öregedéskezelési program felülvizsgálata és naprakészen tartása

Paksi Atomerőmű

02.4.1. Vizsgálatok és auditok megállapításainak kezelése

Az ÁÖKP-ra vonatkozó lényegesebb észrevételeit, megállapításait az OAH az 1-4 blokki üzemidő-hosszabbítás (ÜH) engedélyezéshez tartozó ÜH Programhoz, az ÜH Végrehajtási Programhoz, és az 1-4 blokki ÜH engedélyekhez kapcsolódva adta ki. Az éves ÖK jelentésekhez is voltak az OAH-nak észrevételei.

Az ÜH-engedélyezéshez kapcsolódó OAH észrevételek döntő többsége az ÖK-terjedelemre, továbbá a rendszerelemek műszaki alapadatainak hiányosságaira vonatkozott. Az OAH észrevételekre az ÖK-terjedelmet az engedélyes pontosította, szükség szerint kiegészítette. Kiegészítő adatgyűjtéssel pótolta a rendszerelemek – specifikus öregedéskezelési programokban történő kezeléséhez szükséges – alapvető műszaki adatait.

Az OAH észrevételezte a konstrukciós felülvizsgálat során azonosított, kiemelten kezelendő komponensek öregedéskezelésének elemeit. Ez utóbbi komponensterjedelemre vonatkozó OAH-észrevételeket a kiemelten kezelendő komponensek külön eljárásban (is) történő szerepeltetésével oldották meg. A külön eljárásban kezelt komponensekre előírt vizsgálatok eredményeiről az éves ÖK-jelentésekben tételesen beszámolnak.

02.4.2. Az üzemeltetési tapasztalatok értékelése

Az üzemeltetési tapasztalatok ÖK szempontjából történő értékelése az ÁÖKP alapidokumentum [28] szerint biztosított:

- Valamely paraméter trendjében történt egyértelmű változásról tájékoztatni kell az Öregedéskezelési Osztályt, biztosítani kell a közreműködést a szükséges elemzések elvégzéséhez.
- Az esemény kivizsgálási tevékenységért felelős szervezetnek a vizsgálat megkezdésekor értesítenie kell az Öregedéskezelési Osztályt, amely az eseménnyel kapcsolatban nyilatkozik az esetlegesen fellépő öregedési romlási folyamatok érintettségéről.

Az üzemeltetési tapasztalatok ÖK-szempontrú értékelésének fontos elemei a MÜSZ-ben [25] rögzített terhelések, terhelési ciklusszámok fogyási ütemének, továbbá a vegyszeti paraméterek összefoglaló jelentésének visszacsatolása az Öregedéskezelési Osztály felé az éves ÖK-jelentések összeállításához kapcsolódóan.

02.4.3. Az átalakítások hatásának értékelése

Az átalakításokra vonatkozó, az OAH által kiadott 1.5 útmutató [29] előírja, hogy az átalakítás engedélyezéséhez vizsgálni szükséges az átalakított rendszer, illetve az új rendszer és rendszerelemek funkcióellátó képességének folyamatos fenntartását biztosító programokat (ÖK, KHM, EQ, ISI) is. Az átalakítási engedélyhez értékelni kell az állapotváltozást követő programok megfelelését, továbbá a szükséges alapadatok rendelkezésre állását is.

Az átalakításokat megalapozó műszaki dokumentációk kötelező része az öregedéskezelési tervfejezet, melyben az átalakítással érintett szerkezetek ÖK-programjait meg kell hivatkozni. Az átalakítások biztonság szempontjából fontos új berendezési bekerülnek az ÖKP-terjedelemben, azok ÖK-programjai részét képezik az átalakítás engedélyezési dokumentációjának.

Az olyan kiemelt átalakításokhoz, mint a teljesítménynövelés, továbbá a 15 hónapos üzemeltetés bevezetésének engedélyezése, el kellett végezni az ÖK-terjedelemben tartozó összes rendszerelem specifikus, típus és operatív öregedéskezelési program felülvizsgálatát és szükség szerinti módosítását, kiegészítését a megváltozó üzemeltetési, karbantartási, illetve egyéb ÖK-t (is) érintő feltételek figyelembevételével.

02.4.4. Az ÖK felülvizsgálatai, hatékonyságának mérése és értékelése

02.4.4.1. Az időszakos felülvizsgálatok stratégiája

Az ÁÖKP-követelmények szerinti hatékonyságának fenntartásához nélkülözhetetlen a rendszer időszakos felülvizsgálata, elemeinek szükség szerinti módosítása, kiegészítése az öregedéskezelésre vonatkozó aktuális ismeretek, tapasztalatok, előírások figyelembevételével.

A specifikus és típus öregedéskezelési programok időszakos felülvizsgálataira vonatkozó előírásokat a TBE304 [14] rögzíti. Az ÖK-programok felülvizsgálatát 5 évente legalább egyszer végre kell hajtani. A nemzetközi és hazai gyakorlatból származó tapasztalatok értékelése alapján a felülvizsgálatra gyakrabban is sor kerülhet. A TBE304 [14] a specifikus és típusprogramok felülvizsgálatához kapcsolódóan megjeleníti az operatív ÖK-programok szabályzási dokumentumainak a szükséges módosításait is.

Az öregedéskezelés átfogó felülvizsgálatát – az OAH által kiadott A1.39. útmutatóban [21] előírt követelmények, tartalmi elemek figyelembevételével – a 10 évenként esedékes IBF során is végrehajtják. A felülvizsgálat főbb elemei: az ÖK-re vonatkozó hazai/nemzetközi szabályzás változásainak azonosítása, az ÖK teljességének értékelése, az öregedési folyamatok felismerését, fejlődésének észlelését biztosító tevékenységek és ezek eredményeinek értékelése, továbbá a korlátozott időtartamra érvényes elemzések (KIBE) következő 10 évben való érvényességének értékelése.

02.4.4.2. A monitorozási, vizsgálati, tesztelési, mintavételi eredmények figyelembe vétele

Az ÖK-programok végrehajtása során kapott monitorozási, vizsgálati, tesztelési, mintavételi eredményei jelezhetik a feltételezett romlási folyamatok tényleges fellépését és fejlődését, és igazolhatják azt is, hogy a SÖKP-ökben feltételezett hatások még nem jelentkeztek. Amennyiben nem várt trendeket, vagy korábban nem feltételezett öregedési hatások megjelenését tapasztaljuk, akkor végre kell hajtani az érintett ÖKP-k felülvizsgálatát, esetleges újabb programok kidolgozását, bevezetését.

02.4.4.3. Legújabb kutatási eredmények figyelembe vétele

Az ÖK-hez kapcsolódó főbb K+F tevékenységeket a 02.3.2.5. fejezet foglalja össze.

Az ÁÖKP egyik fontos eleme a kutatási eredmények követése, szükség szerinti felhasználása az ÖK-programok hatékonyságának fenntartásához. Ez különösen azokban az esetekben nélkülözhetetlen, amikor egy feltételezett romlási folyamat megjelenésére, fejlődésére vonatkozó rendelkezésre álló jellemzők, összefüggések jelentős bizonytalansággal terheltek, vagy például nem fedik le a kiterjesztett üzemidőt.

A TBE304 [14] előírja, hogy a műszaki-tudományos eredmények feldolgozását és értékelését az öregedéskezelési szakértő végzi. A munkához felhasználja:

- az öregedéskezelési témákat feldolgozó hazai és nemzetközi konferenciák előadásait;
- az öregedéskezelés területén együttműködő szervezetek, vállalkozók K+F eredményeit, tanulmányait, elemzéseit;
- a WANO, NAÜ és EPRI dokumentumait és jelentéseit.

A K+F munkák jelentései, a szakmai konferenciák dokumentumai és az egyéb formában elérhető, az erőmű öregedéskezelése szempontjából lényeges információk az öregedéskezelési

tudásbázis részét képezik. A TBE304 [14] előírásának megfelelően a tudásbázis papír és/vagy elektronikus formában elérhető elemeit, elérhetőségeit az öregedéskezelési szakértők tartják nyilván, kezelik és tárolják.

A rendelkezésre álló legújabb kutatási eredményeket a gépész TÖKP/SÖKP-ök, az építési szakterületi szerkezeti ÖK-programok és a V&I ÖK-programok 5 évenkénti felülvizsgálata során, továbbá az IBF öregedéskezelési témakörénél veszik figyelembe.

02.4.4.4. A jogszabályok módosításának figyelembe vétele

Az ÖK-re vonatkozó jogszabályok időszakos módosításait az ÁÖKP szabályzási háttérének, a TÖKP-ök, SÖKP-ök, az operatív ÖK-programok és azokat szabályzó eljárások, utasítások 5 évenkénti felülvizsgálata során, továbbá az IBF öregedéskezelési témakörének felülvizsgálata keretében veszik figyelembe.

02.4.4.5. További kutatási feladatok azonosítása

Az ÖK-hez kapcsolódó főbb K+F tevékenységeket a 02.3.2.5. fejezet foglalja össze.

A nemzetközi tendenciák követése és a saját ÖK tapasztalatban felmerült bizonytalanságok, ismerethiányok kezelése érdekében az Öregedéskezelési Osztály a közelmúltban azonosította az üzemidő-hosszabbítás időszakában végrehajtandó további kutatási feladatokat, és a Szerkezetintegritási Tudományos Tanácsadó Testület bevonásával meghatározta a főberendezések öregedésének kezelésével összefüggő hosszú távon fontosnak tartott újabb K+F témák listáját, amely definiálja az egyes témákat, a várható eredményeket, valamint rangsorolja azokat fontosságuk alapján.

Kiemelt fontosságú feladatok:

- a reaktorbelső berendezések neutronsugárzás miatti duzzadása, feszültséghorróziója kezeléséhez tartozó kutatási, vizsgálati tevékenységek;
- a gőzfejlesztő tranzien varratok öregedéskezelésének továbbfejlesztését szolgáló vizsgálatok.

Nem kiemelt, de fontos feladatok:

- kis méretű próbatestekkel, továbbá egyéb roncsolásmentes módszerekkel végzett vizsgálatok felhasználásának előkészítése, értékelése a főberendezések adott károsodási folyamatainak trendkövetése, monitorozása céljából;
- korróziótermékek és lerakódások vizsgálata a gőzfejlesztő hőátadó csövek primer és szekunder oldalán az eltömődési folyamat megismerése és a tisztítási lehetőségek értékelése céljából;
- a hegesztett plattírozás öregedésének vizsgálata;
- öntött rozsdamentes acélok termikus ridegedésének vizsgálatai;
- korszerű numerikus módszerek alkalmazása
 - a reaktortartályok ridegtörési valószínűségének meghatározásához;
 - a T elágazások hőfáradásának elemzéséhez a hűtőközeg-fém határfelületeken lejátszódó folyamatok értékelése során.

02.4.4.6. A korlátozott időtartamra érvényes elemzések felülvizsgálata

Nem álltak rendelkezésre az 1-4. blokki ÜH-engedélyezést megelőzően kellő részletezettségű, eredeti KIBE-k, amelyek alapján viszonylag egyszerűen, de a mai kor követelményeinek megfelelően történhetett volna meg a KIBE kiterjesztése, vagy módosítása az eredeti elemzés konzervativizmusának igazolt mértékű csökkentésével, vagy érvényességének fenntartása öregedéskezelési intézkedésekkel. Ezért a PAE gyakorlatában a KIBE-k felülvizsgálata lényegében a KIBE-k azonosításával és pótlásával valósult meg. A KIBE-k, amelyeknek végleges terjedelmét a 02.4.4.6-1. táblázat tünteti fel, az 1-4. blokki ÜH-engedélyezés előkészítése során, 2008-2016. között készültek el.

02.4.4.6-1. táblázat: A hazai gyakorlatban kezelt KIBE-k listája

Sor-szám	A KIBE megnevezése
1.	Az ABOS 1-2 gépészeti rendszerelemek kisciklusú fáradáselemzése
2.	Villamos és irányítástechnikai rendszerelemek környezetállósági minősítései
3.	A reaktortartály PTS-elemzése
4.	p-T görbék meghatározása a fővízkörre
5.	Repedésterjedés-elemzések
6.	ABOS 1-2 csővezetékek hőrétegződés-elemzései
7.	Nagy energiájú csővezetéktrészek elemzéseinek kiterjesztése
8.	A reaktor belső berendezések áramlás keltette vibrációjának nagyciklusú fáradáselemzése
9.	A gőzfejlesztő csövek áramlás keltette vibrációjának nagyciklusú fáradáselemzése
10.	A reaktortartályon belüli szerkezetek anyagtulajdonság-változásának elemzése
11.	A hermetikus átvezetések fáradá-elemzései
12.	A hermetikus burkolat komponenseinek (varratok) fáradáselemzései
13.	ABOS 1-2 gépészeti rendszerelemek termikus ridegedésének elemzése
14.	A biztonsági funkciót betöltő daruk fáradáselemzései
15.	A pihentető medence burkolatának fáradáselemzése
16.	A gőzfejlesztő csövek anyagtulajdonság-változásának elemzései
17.	A nehézbeton szerkezetek anyagtulajdonság-változásának elemzései
18.	Az emelt nyomásszintű integrális tömörségvizsgálatok elemzései
19.	A korróziós falvastagsági pótlékok elemzése
20.	Az FKSZ lendkerék fáradás-elemzése
21.	Az épületsüllyedés és következményeinek elemzése
22.	A pihentetőmedence-rácsok B ¹⁰ kimerülésének értékelése
23.	A reaktortartály plattírozás hőhatásövezet szemcsehatár meggyengülése miatti beágyazott repedések elemzése
24.	A felső blokk kerámia hőszigetelés anyagtulajdonság-változásának elemzése
25.	Pihentető medence tároló állványainak fáradás értékelése
26.	Átrakógép fáradás értékelése
27.	Hermetikus téri zsilipek fáradás értékelése

Sor-szám	A KIBE megnevezése
28.	Dízel generátorok fáradás értékelése
29.	FKSZ vezetőkeréken és nyomófedélen talált repedések nagyciklusú hőfáradás elemzése
30	Reaktor betonakna fal hőszigetelő acélszerkezetének élettartamkorlát elemzése

A KIBE-k felülvizsgálatát a 10 évenként esedékes IBF-hez tartozóan 2017-ben is elvégezték; megállapították a KIBE-k következő 10 évben való érvényességét néhány javító intézkedés mellett. A KIBE-k az esetek túlnyomó többségében most is érvényesek, mert az elkészítésük során figyelembe vett feltételek, alapadatok nem változtak meg és az alkalmazott elemzési módszerek a jelenlegi ismeretek mellett is megfelelnek a követelményeknek.

02.4.4.7. Az új információk bevezetése az ÖKP-ba

A saját, és/vagy iparági ÖK tapasztalatokban felmerült, korábban nem feltételezett károsodási jelenségek, továbbá az ÖKP-re vonatkozó hazai, és/vagy mértékadó szabályzási környezetben megjelenő lényeges új követelmények, ajánlások, információk bevezetése az öregedéskezelési programokba az 5 évenkénti rendszeres, és a tízévenkénti IBF során végrehajtott, vagy szükség esetén eseti ÖKP felülvizsgálatok során valósul meg. Az éves ÖK jelentések összeállításához is kapcsolódhat új információk bevezetése, amennyiben egy-egy adott SÖKP végrehajtása során talált eltérések ezt indokoltá teszik.

02.4.4.8. Az ÖK hatékonyságának időszakos értékelése és mérése

A TBE304 [14] eljárásrendben rögzítetteknek megfelelően az átfogó öregedéskezelés értékelését az érvényes hatósági szabályozás és a paksi atomerőmű belső szabályozásának a figyelembevételével hajtják végre. Az 1.24 sz. útmutatónak [20] megfelelően az éves jelentésnek tartalmaznia kell az ÖK összefoglaló értékelését. Az értékelést az öregedéskezelési tevékenységért felelős szervezet készíti, amelyhez adatszolgáltatást biztosítanak a szakterületek. Az értékelés folyamatának részletei a TBE304-ben [14] találhatóak meg, az alábbi főbb elemeknek, jellemzőknek megfelelően:

- A kiemelt gépészeti berendezésekről külön-külön, a nem kiemelték esetén csoportosítva kell értékelést adni;
- Igazolni kell, hogy az éves ÖKP-feladatok végrehajtása és a kapott eredmények feldolgozása megtörtént;
- Az értékelés során figyelembe kell venni a korábbi jelentésekre kapott OAH-észrevételeket;
- Az éves értékelés során azonosított eltérések esetén szükség lehet TÖKP/SÖKP felülvizsgálatra, módosításra, illetve az ÖK/SÖKP-terjedelem módosításra;
- Az ÁÖKP megfelelőségét az OAH értékelések mutatják.

Budapesti Kutatóreaktor

Vizsgálatok és auditok megállapításainak kezelése

Az ÖKP értékelésére az éves beszámolók, valamint a 10 évenként esedékes IBF keretében kerül sor. Értékelési paraméter továbbá az RRE-k rendelkezésre állása, a meghibásodások számának

alakulása. Ezek a program bevezetése óta eltelt 12 évben – 2 eset kivételével – nem növekedtek szignifikánsan.

A program felülvizsgálata 5 évenként, illetve olyan esemény bekövetkezésekor történik, amely hasonló típusú reaktorok öregedési folyamataira visszavezethető. Felülvizsgálatot eredményezhet a szabályozási környezet megváltozása, a hatósági ellenőrzések és a 10 évenként esedékes IBF határozatainak előírásai.

Az értékelések szerint problematikus területek:

- a technológia elévülése,
- beszállítói háttér megváltozása, megszűnése,
- az üzemeltetői személyzet elöregedése, a képzett szakemberek hiánya.

A kutatóreaktort üzemeltető szervezet a fenti negatív hatásokat új diagnosztikai, mérési technológiák bevezetésével, valamint a közalkalmazotti életpálya modell bevezetésével kívánja orvosolni.

Az értékelések alapja a valamennyi berendezésre meghatározott elfogadási, megfelelési paraméterek. Ezen túlmenően a 10 évenkénti IBF során igazolni kell a programba bevont valamennyi RRE maradék élettartamát. Ennek a becsült élettartamnak elegendőnek kell lenni a következő 10 éves intervallumra. Amennyiben az adott RRE ezt nagy valószínűséggel nem teljesíti, rövid vagy középtávú ütemtervet kell kidolgozni a cserére.

Az üzemeltetési tapasztalatok értékelése

A BKR üzemeltető, karbantartó és az öregedéskezeléssel foglalkozó szervezetei nem válnak el élesen egymástól, egy-egy személy több területen is aktívan tevékenykedik. A nem túl bonyolult technológiai rendszerek, a kis létszám átláthatóvá teszik a reaktor üzemeltetését és a karbantartást. A tapasztalatok értékelését a csoportvezetői értekezleten végzik. Az eredmények a rendszeres jelentésekben is megjelennek (üzemanyag-átrakáshoz kapcsolódó jelentések, éves jelentés, IBF).

Átalakítások hatásának értékelése

Az alábbi átalakítások érintették az öregedéskezelés területét:

	Átalakítás	Hatás
1	Fűtőköteg váltás alacsony dúsításúra	Nem érzékelhető.
2	Pótvízgyártó berendezés csere	Pozitív, jobbak a kezelt víz paraméterei.
3	Főelzáró szelep tömítés csere	Pozitív, min. 10 év maradék élettartam.
4	Szekunderköri szűrő csere	Pozitív, jobbak a szűrt víz paraméterei.
5	Kiégett fűtőkötegek félszáraz tárolási átalakítása	Pozitív, csökkent a korróziós sebesség.
6	Jódszűrők tetejére mechanikus szűrőpaplan került	Pozitív, a széntöltet nem telítődik porral.

Jogszabályok módosításának figyelembevétele

Az öregedéskezelési tevékenység felülvizsgálata a jogszabály-változások nyomán megtörténik. A felülvizsgálatra soron kívül, az ötéves felülvizsgálatok, illetve a 10 évenként esedékes IBF keretében kerül sor.

Új információk bevezetése az ÖK-programba:

A felülvizsgálatokon túl az alábbi jobbító javaslatok kerültek be a BKR ÖKP-ba:

- KKFT szivárgó kutaknál rendszeres gamma-dózisteljesítmény mérés,
- Folyékony rad. hulladék tartályból rendszeres vízmintavétel és mérés.

02.5 Az öregedéskezelési folyamatok összefoglaló bemutatása és a főbb megállapítások

Paksi Atomerőmű

02.5.1. Összefoglaló értékelés

A PAE ÁÖKP rendszere megfelel a hazai előírásoknak és a mértékadó nemzetközi gyakorlatnak. A PAE öregedéskezelési programjai teljesítik az OAH, a WENRA és NAÜ ÖK-ra vonatkozó követelményeit is; és követik az ÖK továbbfejlesztését, hatékonyságának javítását szolgáló nemzetközi ajánlásokat is.

02.5.1.1. Az ÖK jógyakorlat jellemző példái

A PAE átfogó öregedéskezelési programjában jó gyakorlatnak tekinthető a berendezés, rendszerelem-specifikus ÖK-programok (SÖKP) kialakításának és működtetésének rendszere, amely dokumentáltan, tételesen lefedi az ÖK terjedelemben sorolt, a biztonság szempontjából fontos rendszerlemek terjedelmét. Minden SÖKP tartalmazza a mértékadó nemzetközi gyakorlatban (NUREG 1801 GALL [3], IGALL [9]) alkalmazott 10, illetve 9 attribútumos ÖK-programelemeket. Ezzel alkalmas keretbe foglalja a követelményeknek megfelelő öregedéskezeléshez szükséges összes feltételt, tevékenységet az adott SÖKP-be tartozó rendszerlemek csoportjában, vagy a konkrét berendezésre; és ezekhez egyértelműen hozzárendeli az operatív ÖK-programokat.

További jó gyakorlatként említhető az ÖK tudásbázisnak, és a TÖKP szerepének kialakítása, valamint folyamatos fenntartása a saját és a nemzetközi tapasztalatok, az öregedéskezeléssel kapcsolatos műszaki-tudományos ismeretek aktualizálásához és az újabb tudás SÖKP-ökben való felhasználásához.

02.5.1.2. Az ÖK-gyakorlat hiányosságai

A jelen felülvizsgálat nem azonosított hiányosságokat.

Budapesti Kutatóreaktor

Két alkalommal történt felülvizsgálat a programon. 2007-ben az NBSZ módosításokat, 2009-ben a tartály nyomáspróbát módosító kormányrendelet ajánlásait vették át. A hatósági átfogó ellenőrzések során érdemi kifogás, vagy jobbító javaslat nem hangzott el a programmal kapcsolatban.

A programot működtető szervezet feladatát megfelelően végzi, változtatás nem indokolt. Monitorozott paramétereknél 2006-ban megszűnt a fűtőköteg falhőmérséklet mérés, valamint kiegészült a program az FRHT vízminta vételekkel.

A primer és szekunder körü vízminta eredmények kiválóak. A primerkörben három alkalommal részleges vízcseré történt, a szekunder körbe pedig ioncserélő gyantás szűrőt telepítettek.

A berendezések maradék élettartama min. 10 év, azonban gyártóművi ajánlás alapján kicserélték az akkumulátor telepeket, a töltőket és az invertereket.

Az épületek előregedtek. Elindult egy modernizáció, azonban a program leggyengébb pontja a technológiai épületek és a használaton kívüli műtárgyak állapota.

02.6 A hatósági felügyeleti folyamat

Az Atomtörvény szerint Magyarországon a nukleáris létesítmények folyamatos felügyelet alatt állnak. A részletes követelményeket tartalmazó jogszabály [A8] meghatározza ennek kereteit. Az OAH az engedélyezési tevékenysége révén bizonyosodik meg a követelmények teljesüléséről bármilyen nukleáris biztonságot érintő tevékenység megkezdése előtt, beleértve a létesítmények életciklusához, illetve bármilyen átalakításához kapcsolódó tevékenységeket. A hatósági ellenőrzés és értékelés folyamata biztosítja, hogy a követelmények teljesítése az üzemelés és a tevékenységek végzése során is fennmarad. A követelmények nem teljesülése esetén az OAH felhatalmazással rendelkezik érvényesítési eljárás megindítására.

Az öregedéskezelés felügyelete teljes mértékben beágyazott a fenti hatósági felügyeleti folyamat terjedelmébe. Része a 02.1 fejezetben ismertetett jogszabályok szerinti engedélyezési folyamatoknak, az OAH által végzett ellenőrzési programnak – beleértve az eseti és átfogó ellenőrzéseket –, valamint a létesítmények hatóság által végzett biztonsági teljesítmény értékelésének.

A 10 évente esedékes Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatokban önálló témaként jelenik meg az öregedéskezelés. A felülvizsgálat célja az öregedéskezelési program hatékonyságának a vizsgálata. Ennek érdekében egyrészt be kell mutatni és értékelni kell az öregedéskezelési program elemeit és a programba bevont berendezések aktuális állapotát, át kell tekinteni és elemezni kell a kapcsolódó dokumentációt, másrészt – az elemzések alapján – meg kell határozni a program hiányosságait és a szükséges javító intézkedéseket. A felülvizsgálat és az intézkedések meghatározásának fontos szempontja a hazai és nemzetközi tapasztalatok, valamint a tudomány és technika állása szerinti gyakorlatok, ajánlások tükrében való értékelés. Az IBF során az OAH felülvizsgálja az engedélyesek értékelésének eredményeit, szükség esetén ellenőrzéseket végez, és további feltételeket, biztonságnövelő intézkedéseket határozhat meg.

A hatósági ellenőrzési rendszerben az adott engedélyezési eljárásokhoz, beadványokhoz, eseményekhez kapcsolódó eseti és feltáró ellenőrzések és a tervezett rendszeres ellenőrzések mellett szereplő átfogó ellenőrzés (A12) szabályozásában, az ellenőrizendő munkafolyamatok között az öregedéskezelés B12-es számon nevesített témakör. Az átfogó ellenőrzések tervezése során törekedni kell arra, hogy a főcímek teljes körű ellenőrzése két IBF között legalább kétszer megtörténjen. A létesítmény működési folyamatainál az ellenőrzés során különösen a biztonság és a minőség oldaláról kell értékelni a különböző szervezeti egységek munkavégzését, a követelményeknek való megfelelést és célszerűséget. Az ellenőrzés során általában az alábbi témákra kell különös figyelmet fordítani:

- a munkafolyamatokban alkalmazott eljárások és azok működőképessége,
- a munkafolyamatok különböző munkafázisai közötti határterületek meghatározottsága, egyértelműsége,
- a folyamathoz kapcsolódó visszacsatolások és ezek hasznosítása (aktív tanulás),
- az ellenőrzés tárgyát képező főfolyamatot érintő segédfolyamatok megfelelése, határterületek meghatározottsága,
- a létesítmény biztonsági szintje.

A létesítmények rendszeres és eseti (jelentésköteles eseményekről készült) jelentéseinek része az öregedési problémák vizsgálata, az öregedéskezelési tevékenység értékelése. Az OAH évente felülvizsgálja az engedélyesek által benyújtott öregedéskezelési tevékenység értékelést. Az eredményeket figyelembe veszi a rendszeres jelentések, a biztonsági mutatók, valamint az engedélyezési és ellenőrzési tapasztalatok alapján a létesítmények biztonsági teljesítményének értékelésére készített jelentésében.

Külön ki kell emelni az atomerőmű tervezett üzemidejének meghosszabbítására vonatkozó hatósági felügyeletet. A Paksi Atomerőmű blokkjainak tervezett üzemideje 2012-2017 között járt le. A szabályozás szerint az engedélyezési eljárás kétlépcsős volt. Első lépésben a tervezett üzemidő lejárta előtt 4 évvel kellett benyújtani a meghosszabbítást célzó felkészülési programot, amelyet az engedélyes az egész létesítményre készített el, majd külön engedélyeztetési eljárások keretében történt meg a konkrét engedélyezés blokkonként. A követelmények szerint az engedélyezés során két szempontból is kellett vizsgálni az öregedéskezelési tevékenységet. Egyrészt a passzív, hosszú életű berendezések esetében átfogó öregedés felülvizsgálatot kellett végezni, másrészt demonstrálni kellett az aktív vagy cserélhető berendezésekre vonatkozóan alkalmazott öregedéskezelési programok hatékonyságát. Az OAH üzemidő-hosszabbítási program felülvizsgálata, végrehajtásának ellenőrzése és a blokkonként történt engedélyezés során is kiemelt figyelmet fordított arra, hogy meggyőződjön mind az öregedési felülvizsgálat eredményének, mind a hatékony működtetés megfelelőségéről.

02.7 Az átfogó öregedéskezelési program hatósági értékelése és következtetések

Az OAH felülvizsgálta a Paksi Atomerőmű és a Budapesti Kutatóreaktor engedélyesei által benyújtott információkat, és összehasonlította a nála meglévő, a felügyeleti tevékenységből (rendszeres jelentések, engedélyezési tevékenységek, valamint az ellenőrzések) származó információkkal. A Paksi Atomerőmű esetében az OAH elsődleges adatforrása az egyes blokkok üzemidő-hosszabbítása során elvégzett felügyeleti tevékenységből származik, amely során a létesítmény öregedéskezelésének minden aspektusát részleteiben vizsgálta az OAH. A Budapesti Kutatóreaktor öregedéskezelési tevékenységét legutóbb 2015-ben vizsgálta és értékelte a hivatal egy átfogó ellenőrzés keretében. Az ezen tevékenységekből származó információk alapján az OAH egyetért a 02. fejezethez az engedélyesek által tett megállapításokkal, következtetésekkel az alábbiak szerint.

A Magyarországon a nukleáris létesítmények átfogó öregedéskezelési programjára alkalmazott követelmények összhangban vannak a WENRA referenciaszintekkel és a NAÜ követelményekkel, ajánlásokkal. Részletes jogszabályi követelmények léteznek az öregedéskezelés tervezési és üzemeltetési aspektusainak szabályozására, az IBF keretében való vizsgálatára, a hatósági felügyeleti eszközök erre a területre való alkalmazhatóságának biztosítására.

Az OAH a felügyeleti eszközök szisztematikus alkalmazása révén bizonyosodik meg az átfogó öregedéskezelési programok és működtetésük megfelelőségéről.

Az engedélyesek beszámolóit, valamint az OAH felügyeleti tevékenységének eredményeit alapján mind a Paksi Atomerőmű, mind a Budapesti Kutatóreaktor átfogó öregedéskezelési programja és a program szerint végrehajtott tevékenysége kielégíti a jogszabályi követelményeket. A programok tartalmazzák az öregedési mechanizmusokat, ezek azonosítására, nyomon követésére alkalmas eszközöket, a vonatkozó korlátokat és a

meghaladásuk esetén szükséges intézkedéseket, a minőségbiztosítási követelményeket és a hazai és nemzetközi tapasztalatok visszacsatolását. Az engedélyesek felkészültek az előre nem látott öregedési hatások azonosítására.

03. Villamos kábelek

Paksi Atomerőmű

03.1 A villamos kábelek öregedéskezelésének bemutatása

03.1.1 A villamos kábelek öregedéskezelésének terjedelme

A biztonság szempontjából fontos kábelek nyilvántartása az erőmű kábeladatbázisában (ADRIA) található meg. Az adatbázisból készített lista minden kábelre tartalmazza a kábel azonosítót, a környezetállósági minősítéshez tartozó "commodity group" azonosítót, a kezdő – és végberendezést, a kábel típusát és hosszát, és feltünteti a kapcsolódó biztonsági funkció ellátáshoz tartozó információkat, mely szerint:

- balesetkezelés során szükséges-e (igen/ nem);
- biztonsági funkcióval rendelkezik, de nem kerül barátságatlan környezetbe (vagy bekerül, de funkció teljesítése ekkor nem szükséges, SR=1);
- biztonsági funkcióval rendelkezik, és barátságatlan környezet hatása alá is kerülhet, melynek során működése szükséges (SR=2);
- balesetkezelés során is biztonsági funkciót lát el (SR=3).

A [03.1.1-1. melléklet](#) táblázata tartalmazza a villamos kábelek „commodity csoportjainak” kezelésére vonatkozó főbb információkat, amelyeket a WENRA a nemzeti jelentésben mintaként ismertetésre elvár.

A neutronfluxus-mérések kábeli a melléklet második táblázatában külön csoportba gyűjtve kerültek bemutatásra. Ezeknek a kábelnek az öregedéskezelését a Nemzeti Jelentés összeállítása során a többi kábelhez hasonlóan értékelték.

03.1.1.1. A romlási folyamatok meghatározása

A biztonság szempontjából fontos kábelek döntő többségének öregedéskezelése, a NAÜ DS485 [2] útmutatónak megfelelően környezetállósági minősítéssel történik. Ezek romlási folyamatainak meghatározása a környezetállósági minősítés része. A hőhatás és a besugárzás miatti romlást a minősítő vizsgálatok gyorsított öregítéssel veszik figyelembe.

Néhány kábel, kábelcsoport, továbbá a kábelvégződés (sorozatkapcsok, kötések, csavaros csatlakozások stb.) esetében célszerűbb a romlási folyamatok öregedéskezelési programmal való kezelése. Ezeknél a romlási folyamatokat a saját és a mértékadó nemzetközi tapasztalat alapján határozták meg (NUREG-1801 [3], IAEA TECDOC-1402 és 1147 [30], [31], IAEA-EBP-LTI-22 [32]).

03.1.2 A villamos kábelek öregedés-értékelése

A mintaként ismertetésre javasolt villamos kábelek a következők:

- a nagyfeszültségű (>3 kV) kábelek barátságatlan környezetben (nedvesség, sugárzás, hőmérséklet);
- a közepes feszültségű eltemetett, vagy eltakart (csatornában) kábelek ($380 \text{ V} \leq U \leq 3\text{kV}$);

- a neutron fluxus mérési vezetékek kábeleit.

A környezetállósági minősítési program a mértékadó nemzetközi előírásoknak, a DS485 [2], IGALL AMP207-nek [33] megfelelően az öregedéskezelés egyik elfogadott programjának tekinthető. Ennek a helyzetnek megfelelően a mintakábelek ÖK felülvizsgálatát az adott kábelek környezetállósági minősítési programja, továbbá néhány érintett V-SÖKP alapján szerepelnek be a következő alfejezetekben.

03.1.2.1. Öregedési folyamatok és elfogadási kritériumok

Környezetállósági minősítéssel kezelt kábelek

A kábelek teszteléses környezetállósági minősítéseit akkreditált laboratóriumok végezték.

Az előregítéseknel a kábeleken elvégzett állapotvizsgálatok elfogadási kritériumai a következők voltak:

- Szigetelési ellenállásmérés megfelelőségi kritérium: az MSZ HD 60364-6:2007 [34] és MSZ IEC 13207:2000 [35] szabványok szerint;
- Feszültségpróba megfelelőségi kritérium: az MSZ IEC 60502-1, 2 [36], [37] szerint meghatározott;
- Veszteségi tényező (tg δ) mérés megfelelőségi kritérium: a kábelgyártó által megadott érték;
- Mechanikai paraméterek (szakítószilárdság, szakadási nyúlás) megfelelőségi kritériumai: MSZ EN 60811-1-1:1995 [38] szerint meghatározott.

Amennyiben az adott öregedés-kezelési csoport környezetállósági minősítése során üzemzavari, baleseti körülményekre történő tesztelés is szükséges, akkor az adott kábelek termikus/ besugárzásos öregedési hatásainak elfogadási kritériuma az adott kábeltől elvárt funkcióképesség megmaradása volt az előírt időtartamra.

V-SÖKP-07 keretében kezelt kábelek

Az ÖK-program a kábelek komponensein az alábbi öregedési hatásokat kezeli:

- Érszigetelés: oxidatív öregedés, sugárzás hatására történő öregedés, nedvesség hatása, kémiai öregedés, karbantartási igénybevétel;
- Külső burkolat: oxidatív öregedés, sugárzás hatására.

A SÖKP megfelelőségi kritériumai a következők:

- A kisülési és visszatérő feszültség mérés során átütés, átívelés nem következik be, a kisülési feszültség kezdeti meredeksége <100 V/sec;
- A kábel mindkét végén külön-külön a mért Shore D keménységének átlaga <70. Amennyiben egy mérés meghaladja a határértéket a jegyzőkönyvben erre fel kell hívni a figyelmet. Megfelelő az eredmény, ha a mért értékek egyenkénti eltérése az átlagtól <10.

V-SÖKP-01,02,03,04,05,06 keretében kezelt kábelvégződés

Az ÖK-programok a kábelvégzódéseken az alábbi öregedési hatásokat kezelik:

- Fém alkatrészek, csavarkötések: korrózió, lazulás, karbantartási igénybevétel,
- Sorozatkapocs áramkötések: lazulás, szennyeződés, karbantartási igénybevétel.

A SÖKP megfelelőségi kritériumok a következők:

- melegedési, illetve korróziós nyomok nem észlelhetők;

- csatlakozó elemek nem mozgathatók;
- nyírási-, törési nyomok nem látszanak, rendellenes formai elváltozás nem látható.

03.1.2.2. Szabványok, útmutatók és gyártóművi dokumentumok

A mintakábel commodity csoportok környezetállósági minősítése, öregedéskezelése során használt szabványok, útmutatók, gyártóművi dokumentumok az alábbiak:

- IEEE 323 [27];
- MSZ IEC 13207 [35];
- MSZ IEC 60502-2 [37];
- MSZ IEC 60502-1 [36];
- MSZ HD 60364-6 [34];
- MSZ EN 60811-1-1 [38];
- IEC 60230 [39];
- 3.15. útmutató [40];
- A kábelek követelményeknek megfelelő műszaki állapotát, jellemzőit ismertető, az elvárt állapotmutatókat, elfogadási kritériumokat rögzítő, a kábelgyártóktól (szállítótól) származó dokumentumok;
- NUREG-1801 [3];
- IAEA TECDOC-1402 [30];
- IAEA TECDOC-1147 [31];
- IAEA-EBP-LTI-22 [32].

03.1.2.3. A kábelek öregedéskezelése során felhasznált K+F eredmények

A kábel commodity csoportok környezetállósági minősítéséhez K+F programok felhasználására nem volt szükség.

A V-SÖKP-07-ben kezelt kifesztésű PVC szigetelésű kábelek esetében felhasználták a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) által kidolgozott vizsgálati módszereket, elfogadási kritériumokat.

03.1.2.4. Az üzemeltetési tapasztalat figyelembevétele

A mintakábel öregedés-kezelési csoportok környezetállósági minősítésénél a minősítő szabványok alkalmazása jelentette az iparági üzemeltetési tapasztalat felhasználását.

A külső és belső üzemeltetési tapasztalat időszakos értékelése része a környezetállósági minősítés fenntartását biztosító tevékenységnek is, amelyet a Berendezés környezeti minősítése, minősített állapot fenntartása: TBE303 eljárásrend [41] szabályoz. Ennek során időszakosan felülvizsgálják a minősítettség aktuális állapotát, a berendezések üzemi/üzemzavari környezeti körülményeinek esetleges változását; és amennyiben indokolt, elvégzik a szükséges újraminősítéseket.

03.1.3 A villamos kábelek monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységei

03.1.3.1 Tevékenységek, módszerek, vizsgálati gyakoriságok

Környezetállósági minősítéssel kezelt kábelek

A mintakábel commodity csoportok környezetállósági minősítési programja, a mértékadó nemzetközi gyakorlattal összhangban (IGALL AMP207 [33]) nem ír elő állapot monitorozási, mintavételezési és vizsgálati tevékenységet a kábelek minősített élettartama során. Ugyanakkor a TBE303 [41] keretében végzett környezetállósági minősítés fenntartását biztosító tevékenységnek része a környezeti paraméterek időszakos, illetve eseti értékelése is, továbbá adott kábelek állapotát a 3.2.3. fejezetben részletezett OWTS (Oscilláló hullámú részkiülés-mérések) mérési módszerrel is ellenőrzik.

A kábelek környezetállósági minősítése s ezt megelőzően a minősítés paramétereinek meghatározása és monitorozása is az üzemeltetés során történt. A paramétereket az üzemeltetési időszakban mért, monitorozott valós jellemzők burkolójaként határozták meg a blokkok első IBF-jéhez tartozóan. A környezeti paraméterek újabb pontosítása – mérések és számítások alapján – a 2007. évi VBJ aktualizálás során történt meg, ekkor már a teljesítménynövelés várható hatásait is figyelembe vették.

2017-ben az IBF során újra értékelték a berendezések környezetállósági minősítését érintő feltételek változását az elmúlt 10 évben végrehajtott átalakítások következményeként, és megállapították, hogy az átalakítások a minősítések érvényességére nem voltak hatással.

V-SÖKP-07 keretében kezelt kábeleken végzett vizsgálatok

- A kábelfejszigetelés mechanikai állapotának, elszíneződésének észlelése szemrevételezéssel.
- Kisülési és visszatérő feszültség kezdeti meredekség mérése. A mérést 5 éren, különböző színű erek esetén eltérő színű és geometriai elhelyezkedésű ereken kell elvégezni. Ha a kábelben van piros színű ér, azt is vizsgálni kell.
- Kábelköpeny Shore D keménység-mérés a kábel mindkét végén 5-5 pontban.

A méréseket kábeltípusonként a kijelölt kábelvonalakon 4 kampányonkénti gyakorisággal kell elvégezni.

V-SÖKP-01,02,03,04,05,06 keretében kezelt kábelvégződés vizsgálati

Az ÖK-programok a kábelvégzések komponensein a kapcsolódó karbantartási programok keretében szemrevételezéssel észlelik a melegezési, korróziós nyomokat és a komponensek felületének épségét ellenőrzik legalább 4 kampányonkénti gyakorisággal.

03.1.3.2. A vizsgálati történet figyelembevétele

A vizsgálati történetnek, az esetleges trendeknek, a fokozatos romlásnak, a nem várt romlás azonosításának figyelembe vétele a mintakábel commodity csoportok ÖK-programjaiban a következőknek megfelelően történik.

Környezetállósági minősítéssel kezelt kábelek

A mintakábelek környezetállósági minősítési programjai, a mértékadó nemzetközi gyakorlattal összhangban (IGALL AMP207 [33]) nem írják elő a vizsgálati történetnek, trendeknek, a fokozatos romlásnak, illetve a nem várt romlásnak az azonosítását szolgáló tevékenységet a kábelek minősített élettartama során.

V-SÖKP-07 keretében kezelt kábelek

- A kijelölt kábelek esetében a kisülési és visszatérő feszültség kezdeti meredekségének változását kell monitorozni.
- A kijelölt kábelvonalak kábelköpeny Shore D keménységváltozását kell monitorozni.

A vizsgálati eredmények trendjében tapasztalat eltérések esetén a vizsgálatokat ki kell terjeszteni a terjedelemben tartozó, de korábban nem vizsgált kábelvonalakra is.

V-SÖKP-01,02,03,04,05 keretében kezelt kábelvégződések

A kábelvégződések komponensein talált károsodások előfordulási számát monitorozzák, a tapasztalt változásokat a vizsgált elemek életkorának függvényében értékelik.

03.1.4 Megelőző és helyreállító intézkedések villamos kábelek esetén

03.1.4.1. Megelőző intézkedések

Környezetállósági minősítéssel kezelt kábelek

A mintakábel commodity csoportok környezetállósági minősítési programja, a mértékadó nemzetközi gyakorlattal összhangban (IGALL AMP207 [33]) nem ír elő megelőző intézkedéseket a kábelek minősített élettartama során.

V-SÖKP-07 keretében kezelt kábelek

Az ÖK-program megelőző intézkedésként a kábelek karbantartása során a kábel igénybevételel elkerülendő, fokozott figyelem szerepét hangsúlyozza.

V-SÖKP-01,02,03,04,05,06 keretében kezelt kábelvégződések

Az ÖK-programok a kábelvégződések öregedésének megelőzéseként az előírt karbantartási technológia betartását és az esetleges szennyeződések eltávolítását írják elő.

03.1.4.2 Javító intézkedések

Környezetállósági minősítéssel kezelt kábelek

Az adott mintának megfeleltetett kábel commodity csoportok környezetállósági minősítési programja, a mértékadó nemzetközi gyakorlattal összhangban (IGALL AMP207 [33]) nem ír elő javító intézkedéseket a kábelek minősített élettartama során. Ugyanakkor javító intézkedésnek tekinthetők a minősítés fenntartását szolgáló, a TBE303 [41] szerinti tevékenységek. Ezek során értékelik, hogy az esetlegesen fellépő meghibásodásokban szerepet játszhattak-e a környezeti paraméterek feltételezettől való eltérései. A környezeti paraméterek üzemi beavatkozások révén történő helyreállításához vagy a berendezés kiváltásához szükséges műszaki változtatásokat a Karbantartási műszaki döntéshozatal: TBE206 eljárásrend [42] folyamatának megfelelően hajtják végre.

V-SÖKP-07 keretében kezelt kábelek

Az ÖK-program javító intézkedésként először műszaki értékelést kell végezni, esetleges egyedi behatásokat, az öregedéstől független tényezőket megállapítani. Ha ezek kizárhatók, akkor szakértővel konzultálni kell, illetve adott vizsgálati eredmények eltérése esetén előírja, hogy a vizsgálatokat ki kell terjeszteni a terjedelemben tartozó, de korábban nem vizsgált kábelvonalakra is.

V-SÖKP-01,02,03,04,05,06 keretében kezelt kábelvégződések

Az ÖK-programok a kábelvégződéseken javító intézkedésként a melegedési és korróziós nyomok eltávolítását és a hibás kötések megfelelő anyagokkal történő, a szerelési előírás szerinti újra szerelését, illetve az öregedett sorkapcsok cseréjét írják elő.

03.2 Tapasztalatok és felülvizsgálatok eredményei villamos kábelek öregedéskezelésében

03.2.1. A kezelendő romlási folyamatok értékelése

Környezetállósági minősítéssel kezelt kábelek

A mintakábel commodity csoportok környezetállósági minősítési programja, a mértékadó nemzetközi gyakorlattal összhangban (IGALL AMP207 [33]) nem írja elő a romlási folyamatok fejlődésének értékelését a kábelek minősített élettartama során, tekintettel arra, hogy a kezelendőként azonosított romlási folyamatok fejlődését a szabványos EQ tesztek már figyelembe vették.

V-SÖKP-07 keretében kezelt kábelek

Az öregedés kezelési mérési módszertan kidolgozásának tapasztalatai alapján a terjedelemben tartozó, beépített PVC kábeleken nem várható jelentős öregedési hatás.

V-SÖKP-01,02,03,04,05,06 keretében kezelt kábelvégzések

A kábelvégzések komponensein talált károsodások számának, mértékének fejlődése, trendje nem jellemző.

03.2.2. Programmódosítások és azok indoklása

Környezetállósági minősítéssel kezelt kábelek

A mintakábel commodity csoportok aktuális minősítettségi állapota minden esetben megfelelő, korlátozott időtartamú minősítés egyetlen csoport esetében sem áll fenn, mindegyik minősítés a meghosszabbított üzemidő végéig érvényes.

A mintakábel commodity csoportok környezetállósági minősítési programjai módosítására, kiegészítésére az eddigiekben nem volt szükség.

V-SÖKP-07 keretében kezelt kábelek

Az ÖK-program módosítása nem volt szükséges.

V-SÖKP-01,02,03,04,05,06 keretében kezelt kábelvégzések

Az ÖK-programok módosítása nem volt szükséges.

03.2.3 Az engedélyes megállapításai és következtetései a villamos kábelek öregedéskezelésével kapcsolatban

Környezetállósági minősítéssel kezelt kábelek

A mintakábel commodity csoportok környezetállósági minősítési programjai az adott kábelek öregedéskezeléseként vehetők számításba és megállapítható, hogy megfelelnek a hazai előírásoknak és a mértékadó nemzetközi gyakorlatnak (NAÜ DS485 [2], IGALL AMP207 [33]).

Az adott programok az atomerőművek kábeleinek környezetállósági minősítési követelményeit (is) rögzítő szabványok előírásai szerint végzett laboratóriumi teszteléses vizsgálatokon alapulnak; a minősítés során alkalmazott módszerek, elfogadási kritériumok biztosítják az adott kábelek funkcióteljesítésének fennmaradását a kábelek minősített élettartama során.

V-SÖKP-07 keretében kezelt kábelek

A program felépítése, elemei megfelelnek az ÖKP-követelményeknek, az eddigi működési tapasztalatok is a program megfelelőségét támasztják alá.

V-SÖKP-01,02,03,04,05,06 keretében kezelt kábelvégződések

A programok felépítése, elemei megfelelnek az ÖKP-követelményeknek, az eddigi működési tapasztalatok a programok megfelelőségét támasztják alá.

A villamos kábelek érvényes ÖK-programjai követelményeknek való megfelelőségének megállapítása mellett célszerű összefoglalni a megfelelőség kialakításához kapcsolódó tapasztalatokat, kihívásokat a következő fontosabb elemeknek megfelelően.

Középfeszültségű kábelek

A CG_SZAMK6 középfeszültségű kábeltípus minősítésekor feszültségpróbát, szigetelési ellenállásmérést, veszteségi tényező mérést alkalmaztak, ezek alapján a megfelelőségük kijelenthető volt. Egy 6 kV-os kábel 2001-ben történt meghibásodását követően döntés született a CG_SZAMK6 minősítési csoportba tartozó, középfeszültségű műanyag szigetelésű kábelek állapotának ellenőrzésére OWTS (Oscilláló hullámú részkiismerésmérések) mérési módszerrel is.

Az ellenőrzések a 2002-2003-as években a biztonsági funkciók, és a termelés szempontjából fontos berendezések kábeleinek terjedelmében megtörténtek. A mérési eredmények szerint jól azonosíthatók voltak a kábelátvezetők, kábel végelzárók, kábelösszekötők esetleges kezdődő hibái, és valamely kábelszakasz megromlott állapota is. Az OWTS hibafeltárás alapján kábel végelzárók, kábeltoldások javításai és kábelcserék történtek, illetve még a következő években is tervezettek. Bevezetésre került az OWTS-kábelmérések alkalmazása minden esetben, amikor 6 kV-os kábelt bármely okból szerelni szükséges.

Ellentmondásosnak tűnhet, hogy az élettartamra minősített kábeleket bizonyos helyeken új típusra cserélik, de a valós kép részletesebb magyarázattal érthetővé válik. Az OWTS-mérések hibahelyeket mutatnak ki a kábelek szigetelésében, és nyilván annál jobb egy kábel, minél kevesebb és gyengébb hibahely mutatható ki benne. Arra azonban nincsen igazolt határérték, hogy a módszerrel detektált hibák száma a szigetelésben maximálisan mekkora lehet, ami felett a kábel üzemi, üzemzavari meghibásodása várható. A kábelek szigetelésében az OWTS-módszerrel mérhető hibahelyek száma és mértéke a szigetelésnek egy kedvezőtlen tulajdonságára jellemző, és ezek jelenléte nem jó. Ezért – határérték hiányában is – a több hibát is mutató régi kábelek cseréje mellett döntött az erőmű.

A végeredmény, mely szerint a fontosabb berendezések kábeleit újakra cserélték (az új típusok a CG_N2XS, és a CG_NTSCgEWöu minősítési csoportba tartozó kábelek), egy a korábbinál jobb állapotot eredményezett.

Irányítástechnikai kábelek

1997-ben a hermetikus téren belül több tolózárnál egyedi és nyomvonalra fektetett kábelhibát, több lengőkábel mechanikai igénybevételből adódó sérülését, valamint méréstechnikai kábelmeghibásodást tapasztalt az irányítástechnikai szakterület. A meghibásodások észlelését követő években helyszíni kábelállapot felmérést végeztek az összes blokk hermetikus téri kábeleik terjedelmében.

Akkoriban kezdték el a kábelek maradék élettartam meghatározásához szükséges tevékenységeket is, így a kábelek minősítéséhez szükséges laboratóriumi vizsgálatokat, a minősítéshez szükséges hermetikus téri hő- és dozimetriai feltérképezéseket is. A különböző kábeltípusok enyhén gyorsított öregbítése céljából tárolót alakítottak ki a 2. blokki primerkörüi vezeték körül. A tárolóból 1999-től, évenként egy-egy darab kábelt vizsgálat céljára kivettek.

A kábelállapotfelmérések és a minősítések alapján tervezett kábelcserékre 1999-től évente fejlesztési tervek készültek 2002-ig, azt követően éves karbantartási keretből folytak a kiváltások 2010-ig. A felújítások során lengőkábeleket, tolózár egyedi kábeleket, valamint stekkereket és közbenső dobozokat cserélték, melyekhez kapcsolódóan a feltárt kábel állapotoktól függően a nyomvonalra fektetett kábelek cseréjét is végrehajtották.

A fentiek szerinti ütemezett, illetve állapotfüggő cserék az üzembiztonság növekedését, továbbá a nem tervezett munkák számának csökkenését eredményezték.

Budapesti Kutatóreaktor

A villamos kábelek öregedéskezelésének terjedelme

BKR kezelésében kizárólag 0,4 kV-os és alacsonyabb feszültségű kábelek vannak. A reaktor áramellátását biztosító 2 db 10/0,4 kV-os transzformátorok primer oldali kábeleinek vizsgálatát KFKI telephely üzemeltetői végzik. 10 kV-os műanyag szigetelésű kábeleknél MSZ 13207-2000 szerinti feszültségen, a 10 kV-os olajtelített papírszigetelésű kábeleknél névleges feszültségen végeznek vizsgálatokat. A vizsgálatok jegyzőkönyveit tájékoztatásul a BKR-nek is elküldik. A 0,4 kV-os kábelek között nincs eltakart vezeték. Így a jelen felülvizsgálat terjedelme kizárólag a nukleáris mérőláncok kábeleire terjed ki.

A villamos kábelek öregedés-értékelése

Az öregedéskezelési program részeként a 7 db nukleáris mérőlánc kábeleinek szigetelési ellenállását zónarendezést követően – jellemzően évente 1-2 alkalommal – elvégzik, ezek a mérések megfelelő információval szolgálnak a kábelek állapotát illetően. Amennyiben a szigetelési ellenállás alapján szükséges, a teljes mérőlánc cseréjéről döntenek. Erre eddig egy alkalommal került sor.

03.3 A hatóság megállapításai és következtetései a villamos kábelek öregedéskezelésével kapcsolatban

A PAE engedélyese az útmutatónak megfelelően mutatja be a biztonság szempontjából fontos kábelek öregedéskezelési folyamatait, tevékenységeit. A kábelek öregedéskezelési gyakorlata megfelel a hazai szabályzásnak és a mértékadó nemzetközi követelményeknek, ajánlásoknak.

A PAE engedélyese által a villamos területre kidolgozott és alkalmazott speciális öregedéskezelési programok jól ellátják a funkciójukat az öregedéskezelési rendszerben. A rendszer erőssége a jól átgondolt, szisztematikus felépítés, azonban figyelemmel kell lenni arra, hogy más szakterületeken tapasztalt romlási folyamatok milyen hatással vannak a villamos kábelek állapotára.

A Budapesti Kutatóreaktor esetében a jelen felülvizsgálat terjedelmébe a nukleáris mérőlánc kábeleik tartoznak, melyek szigetelési ellenállását rendszeresen mérik, szükség esetén a teljes mérőláncot cserélik. A tevékenység megfelel a hatósági követelményeknek.

04. Eltakart csővezetékek

Paksi Atomerőmű

04.1 Az eltakart csővezetékek öregedéskezelésének bemutatása

04.1.1 Az eltakart csővezetékek öregedéskezelésének terjedelme

Az eltakart csővezetékek öregedéskezelési terjedelmébe a biztonság szempontjából fontosnak tekintett olyan csővezetékek, lemezvezetékek tartoznak, amelyek vagy teljes egészében nem hozzáférhető, vagy vannak nem hozzáférhető csőszakaszok is.

04.1.1.1. Az eltakart csővezetékek meghatározásának, csoportosításának módszere és kritériumai

Azonosították az ÖK terjedelemből az eltakart (részben vagy egészben) csővezetékeket. Ezeket kiemelték az üzemi közeg és szerkezeti anyagok 02.3.1.3-1. táblázat szerinti csoportosítása alapján meghatározott SÖKP-ök terjedelméből.

Az eltakart csővezetékek specifikus öregedéskezelési programjait sorolja fel a 04.1.1.1-1. táblázat. A táblázat rögzíti az adott SÖKP-ben kezelt csővezetékcsoporthoz jellemző anyagminőségét, üzemi közegét és a csővezeték hozzáférhetősége korlátozásának módját.

04.1.1.1-1. táblázat: Az eltakart csővezetékek specifikus öregedéskezelési programjai

Eltakart csővezeték SÖKP azonosító	A SÖKP-ben kezelt csővezetékcsoporthoz
Z-SÖKP-17	TG rendszeri, korrózióálló acélból készült részben eltakart, betonba fektetett csővezetékek
Z-SÖKP-18	Duna víz szállítására szolgáló, szénacélból készült csőalagútban, aknában, földben fektetett, részben eltakart csővezetékek
Z-SÖKP-19	Feltételezeten radioaktív primer körű víz, egyéb szennyezett oldatok szállítására szolgáló, korrózióálló acélból készült, részben eltakart, betonba fektetett csővezetékek
Z-SÖKP-20	Feltételezeten nem radioaktív primer körű víz, egyéb szennyezett oldatok szállítására szolgáló, korrózióálló acélból készült részben eltakart, betonba fektetett csővezetékek
Z-SÖKP-21	Dízelolaj szállítására szolgáló, szénacélból, nem korrózióálló acélból készült csőalagútban, aknában, földben fektetett, részben eltakart csővezetékek
Z-SÖKP-22	Levegő szállítására szolgáló, szénacélból, nem korrózióálló acélból készült, részben betonban szerelt, eltakart csővezetékek (lemezvezetékek)
Z-SÖKP-23	Levegő szállítására szolgáló, korrózióálló acélból készült (részben) betonba szerelt, eltakart csővezetékek, lemezvezetékek
Z-SÖKP-24	Kezelt víz szállítására szolgáló, szénacélból, nem korrózióálló acélból készült, csőalagútban, aknában részben eltakart csővezetékek

04.1.1.2. A romlási folyamatok meghatározása

Az eltakart csővezetékek romlási folyamatai és kritikusnak tekinthető komponensei azonosításának alapját a 4.12. útmutató [15] mellékletében foglaltak képezik. Az útmutató az eltakart csővezetékcsoporthoz a külső felületek talajvíz-korrózió miatti, a belső felületeknél pedig az általános korróziós és a biológiai korróziós anyagfogyás miatti hatásokat kezeli.

A csővezetékek belső felületén kezelendő romlási folyamatok megegyeznek az adott közeg-csoport és adott csőanyag-csoportra meghatározott közeg oldali romlási folyamatokkal.

A külső felületeken kezelendő romlási folyamatok csak akkor különböznek az adott közeg-csoport és adott csőanyag-csoportra meghatározott külső felületre jellemző romlási folyamatoktól (általános és lokális korróziós jelenségek miatti anyagfogyás, repedések keletkezése), ha az adott csőszakaszok külső felülete a talajjal közvetlenül érintkezik. Ilyen esetekben a talajkorrózió miatti anyagfogyást és a külső felületen kialakított védőbevonatok esetleges anyagtulajdonság-változását, mechanikai és egyéb okok miatti károsodását is fel kell venni a kezelendő romlási folyamatok közé.

04.1.2 Az eltakart csővezetékek öregedési értékelése

Mintaként az alábbi csővezetékeket mutatjuk be:

- **radioaktív közeget tartalmazó csővezetékek**, amelyeket a Z-SÖKP-17 és a Z-SÖKP-19 terjedelmében kezelünk;
- **az üzemzavari energiaellátáshoz üzemanyagot szállító csővezetékek**, amelyeket a Z-SÖKP-21 terjedelmében kezelünk;
- **a biztonsági RRE-k hűtését biztosító Biztonsági hűtővíz (BHV) vezeték**, amelyeket a Z-SÖKP-18 terjedelmében kezeltek.

04.1.2.1. Öregedési folyamatok és elfogadási kritériumok

A kezelt romlási folyamatok a következők:

Radioaktív közeget tartalmazó eltakart csővezetékek (Z-SÖKP-17, Z-SÖKP-19)

- Lokális korrózió a belső és külső felületeknél is feltételezett;
- Mikrobiológiai korrózió (MIK);
- Lerakódás;
- Lazulás, kopás a csavaros, peremes kötéseknel.

A felsoroltak közül az aláhúzással jelöltek a kiemelt jelentőségűek, mert ezek fellépése, az öregedési hatás megjelenése a saját üzemeltetési gyakorlatban is jellemző.

A szóban forgó károsodás előfordulására jellemző példa a pihentető medence hűtőrendszere. Ez a rendszer korróziós szempontból komplex, nyitott rendszernek tekinthető, amelynek korróziós viselkedésében több közreműködő tényező, valamint azok kölcsönhatása játszott szerepet, első sorban az előzőekben kiemelt tényezők. A korróziós viselkedés alakulásában az egyes hatások súlya eltérő volt, és a korróziós probléma nem volt visszavezethető egyetlen, jól definiált hatástényezőre.

A helyszínen készült hegesztett kötések környezetében a hegesztési technológia megsértése következtében kialakult termikus oxidréteg elősegítette a mikrobiológiai behatással végbemenő korróziót okozó mikroorganizmusok megtelepedését. A baktériumok adhéziós fehérjéket termeltek, amelyek segítségével meg tudtak tapadni a felületen. E folyamat megvalósulását a csőágak szakaszos üzeme, vagyis a közeg időszakos pangó állapota elősegítette.

Üzemzavari energiaellátáshoz üzemanyagot szállító csővezetékek (Z-SÖKP-21)

- Lokális korrózió a belső és külső felületeknél is feltételezett;
- Mikrobiológiai korrózió;
- Lerakódás;

- Lazulás, kopás a csavaros, peremes kötéseknel;
- Talajkorrózió.

A felsoroltak közül nincs kiemelt jelentőségű, mert ezek fellépése, az öregedési hatás megjelenése a saját üzemeltetési gyakorlatban eddig még nem jellemző.

Biztonsági RRE-k hűtését biztosító BHV-vezetékek (Z-SÖKP-18)

- Lokális korrózió a belső és külső felületeknél is feltételezett;
- Mikrobiológiai korrózió;
- Lerakódás;
- Lazulás, kopás a csavaros, peremes kötéseknel;
- Talajkorrózió.

A felsoroltak közül az aláhúzással jelöltek a kiemelt jelentőségűek, mert ezek fellépése, az öregedési hatás megjelenése a saját üzemeltetési gyakorlatban is jellemző.

A mikrobiológiai korróziós folyamatok fellépése a Duna vízzel üzemelő szénacél csővezetékeknel már az erőmű üzemeltetésének korai szakaszától tapasztalt romlási folyamat, sok esetben okozta az érintett csövek átlyukadását. Ugyanakkor a mintakomponens esetében, a földben fektetett BHV-vezetékeknel még egyszer sem fordult elő a csövek mikrobiológiai hatás miatti átlyukadása. A BHV földalatti vezetékek lerakódása is jellemző, de azok mértéke nem befolyásolja csövek követelményeknek megfelelő funkció ellátását.

A korrózióálló csővezetékekben bórsavas üzemi közegek mellett a korábbiakban nem tekintették feltételezhetőnek a mikrobiológiai korróziót, de a pihentető medence hűtőköri csővezetékek 2013-ban tapasztalt korróziós károsodásai okainak meghatározása egyértelművé tette, hogy ezekben a rendszerekben sem lehet kizárni a MIK fellépését.

A mikrobiológiai korróziós károsodások – amelyek lyukkorrózióval együtt is felléphetnek – elfogadási kritériuma a szilárdságilag szükséges falvastagság megmaradása vagy visszaállítása (csere, javítás).

Amennyiben a lerakódások a csövek funkcióját nem befolyásolják, akkor az eseti, időszakos belső állapotvizsgálatok során történő szemrevételezéses vizsgálatok elvégezhetősége jelenti a lerakódások elfogadási kritériumát.

04.1.2.2. Szabványok, útmutatók és gyártóművi dokumentumok

Az eltakart csővezetékek öregedéskezelésénél alapul vett kulcsdokumentumok, és azok felhasználásának főbb jellemzői:

- 4.12. útmutató [15] a minimálisan kezelendő romlási folyamatok/kritikus környezetek kiinduló terjedelmének meghatározásához;
- IGALL [9] a romlási folyamatok, az öregedéskezelési programelemek meghatározásához;
- MSZ 27003 [43], MSZ 27011 szabvány [12] a talált hibák megengedhetőségének meghatározásához;
- a csövek anyagának rendelkezésre álló gyártóművi bizonylatai a SÖKP műszaki adatok összeállításához.

04.1.2.3. Az eltakart csővezetékek öregedéskezelésével összefüggő K+F programok

A mintacsővezetékek öregedéskezelésének terjedelmében a pihentető medence hűtőköri csővezetékek korróziós károsodásai alapokainak és a MIK monitorozási, kezelési lehetőségek meghatározásához indították el K + F feladatokat is. A kérdés komplexitására való tekintettel

e feladatok elvégzésébe korróziós, hegesztési, anyagtudományi, mikrobiológiai és üzemviteli szakembereket vontak be. Ezeknek a kutatásoknak, laboratóriumi vizsgálatoknak az eredménye egyrészt megerősítette azt a korábbi feltételezést, hogy a pihentető medence hűtőköri csővezetékek korróziós károsodásaiban jelentős szerepet játszottak az adott környezeti körülmények (hőmérséklet, bórsavkoncentráció) mellett túlélésre és szaporodásra képes mikroorganizmusok; másrészt megalapozta, illetve igazolta a MIK-monitorozáshoz atomerőművi környezetben is felhasználható mikrobiológiai eljárások, módszerek PAE-nál való alkalmazhatóságát is.

04.1.2.4. Az üzemeltetési tapasztalat figyelembe vétele

A minta csővezetékek esetében a külső üzemeltetési tapasztalat hasznosításának tekinthető, hogy az IGALL [9] öregedéskezelési programok főbb tartalmi elemeit is figyelembe vették, az eltakart csővezetékek specifikus öregedéskezelési programjainak kidolgozása során.

A saját belső üzemeltetési tapasztalat figyelembe vételének tekinthető, hogy a pihentető medence hűtőköri csővezetékekéhez hasonló MIK károsodások esetleges fellépését a radioaktív közeget tartalmazó eltakart csővezetékeket kezelő másik SÖKP-ben is figyelembe vették.

04.1.3 Az eltakart csővezetékek monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységei

04.1.3.1. Tevékenységek, módszerek, vizsgálati gyakoriságok

A mintacsővezeték SÖKP-ökben figyelembe vett monitorozási, tesztelési, mintavételezési, vizsgálati tevékenységek:

Radioaktív közeget tartalmazó eltakart csővezetékek (Z-SÖKP-17, Z-SÖKP-19)

- Szemrevételezéses és/vagy egyéb anyagvizsgálatok minden olyan alkalommal, amikor az eltakart csőfelületek bármilyen okból hozzáférhetővé válnak;
- Időszakos nyomáspróbák a csövek esetleges inhermetikusságának kimutatására IEP keretében 10 évenkénti gyakorisággal;
- Időszakos roncsolásmentes vizsgálatok a korróziós károsodások észlelésére, illetve a korábban azonosított hibák terjedésének ellenőrzésére a Z-SÖKP-17 terjedelmébe tartozó pihentető medence hűtőköri csővezetékek betonban vezetett kijelölt csőszakaszai esetében IEP keretében, 10 évenkénti gyakorisággal;
- Szemrevételezés, és/vagy egyéb anyagvizsgálatok legalább 10 évenként a szemrevételezés, anyagvizsgálat számára hozzáférhető környezetekben, a nem hozzáférhető részeken, ha az adott környezetekben meghibásodás fellépését észlelik, pl. időszakos nyomáspróba, vagy egyszeri állapotfelmérés keretében;
- Átmenő károsodás következtében esetlegesen fellépő tömörtelenség jeleinek (kifolyás, talajáztatás, szintcsökkenés stb.) észlelése az üzem közbeni időszakos bejárások ellenőrzései során;
- A lerakódások észlelése, a csőszakaszok átjárhatóságának ellenőrzése egyedi program keretében;
- Eseti korróziós (mikrobiológiai is) vizsgálatok a talált károsodások alap-okának azonosításához.

Üzemzavari energiaellátáshoz üzemanyagot szállító csővezetékek (Z-SÖKP-21)

- Szemrevételezéses és/vagy egyéb anyagvizsgálatok minden olyan alkalommal, amikor az eltakart csőfelületek bármilyen okból hozzáférhetővé válnak;

- Időszakos nyomáspróbák a csövek esetleges inhermetikusságának kimutatására a 10 évenkénti állapotvizsgálati program keretében;
- A földben vezetett szénacél csővezetékek korrózióvédő bevonata épségének, elvárt minőségének, a korrózió okozta falvastagság csökkenésnek ellenőrzése szemrevételezéssel és/vagy egyéb anyagvizsgálattal referencia csőszakasz(ok) feltárásos ellenőrzése során legalább 10 évenként;
- Szemrevételezés, és/vagy egyéb anyagvizsgálatok legalább 10 évenként a szemrevételezés, anyagvizsgálat számára hozzáférhető környezetekben, a nem hozzáférhető részeken, ha az adott környezetekben meghibásodás fellépését észlelik, pl. időszakos nyomáspróba, vagy egyszeri állapotfelmérés keretében;
- Átmenő károsodás következtében esetlegesen fellépő tömörtelenség jeleinek (kifolyás, talajáztatás, szintcsökkenés stb.) észlelése az üzem közbeni időszakos bejárásos ellenőrzések során.

Biztonsági RRE-k hűtését biztosító BHV-vezetékek (Z-SÖKP-18)

- Szemrevételezéses és/vagy egyéb anyagvizsgálatok minden olyan alkalommal, amikor az eltakart csőfelületek bármilyen okból hozzáférhetővé válnak;
- Időszakos nyomáspróbák a csövek esetleges inhermetikusságának kimutatására IEP keretében 10 évenkénti gyakorisággal;
- A földben vezetett szénacél csővezetékek korrózióvédő bevonata épségének, elvárt minőségének, a korrózió okozta falvastagság csökkenésnek ellenőrzése szemrevételezéssel és/vagy egyéb anyagvizsgálattal referencia csőszakasz(ok) feltárásos ellenőrzése során legalább 10 évenként;
- Szemrevételezés, és/vagy egyéb anyagvizsgálatok legalább 10 évenként a szemrevételezés, anyagvizsgálat számára hozzáférhető környezetekben, a nem hozzáférhető részeken, ha az adott környezetekben meghibásodás fellépését észlelik, pl. időszakos nyomáspróba, vagy egyszeri állapotfelmérés keretében;
- Átmenő károsodás következtében esetlegesen fellépő tömörtelenség jeleinek (kifolyás, talajáztatás, szintcsökkenés stb.) észlelése az üzem közbeni időszakos bejárásos ellenőrzések során;
- Eseti korróziós (mikrobiológiai is) vizsgálatok a talált károsodások alap-okának azonosításához.

A talajban fektetett csővezetékek időszakos és egyedi vizsgálataihoz, továbbá a mikrobiológiai vizsgálatokhoz az engedélyes külső vállalkozókat is igénybe vesz.

04.1.3.2. A vizsgálati történet figyelembe vétele

Az esetleges trendek figyelése az eltakart csövek időszakos állapotfelmérése során mért falvastagság változási trendek követésével valósul meg.

A pihentető medence hűtőköri csővezetékeken a 3 évenkénti vizuális vizsgálatok során talált korróziós foltok, nyomok esetleges szaporodása, növekedése trendjét is értékeli, a korábbi és az újabb videókamerás felvételek összehasonlítása során.

A pihentető medence hűtőköri csővezetékeken 2013-ban tapasztalt, átmenő hibákat(is) okozó korróziós károsodások korábban nem várt romlási folyamatok hatásaként léptek fel. A meghibásodások azonosítását szolgáló tevékenységek (roncsolásos és roncsolásmentes

anyagvizsgálatok, korróziós vizsgálatok, mikrobiológiai hatás vizsgálatok stb.) a pihentető medence hűtőköri csővezetékek öregedéskezelési programjainak részét képezik.

04.1.4 Megelőző és helyreállító intézkedések eltakart csővezetékek esetén

04.1.4.1. Megelőző intézkedések

A mintacsővezetékek specifikus öregedéskezelési programjaiban alkalmazott jellemző megelőző intézkedések a következők:

A mikrobiológiai korróziós károsodásokat megelőzők:

- a csövek belső felületének időszakos tisztítása pl. nagynyomású vízzel történő atmoszással a pihentető medence hűtőrendszeri csővezetékek esetén;

A talajkorróziós károsodásokat megelőzők:

- A talajban fektetett csőszakaszok külső felületének talajkorrózióval szembeni védelmét biztosító korrózióvédő bevonatok alkalmazása.

04.1.4.2. Javító intézkedések

A minta csővezetékek specifikus öregedéskezelési programjaiban alkalmazott jellemző javító intézkedések, a következők:

- Tervezési állapot helyreállítása csőjavítással, csőszakasz cserével jóváhagyott javítási technológiák alapján;
- Talajkorróziós károsodás esetén a csővezeték és a korrózióvédő bevonat tervezési állapotának helyreállítása jóváhagyott javítási technológiák alapján;

A tervezési állapot visszaállítására szolgáló javító intézkedések kiválasztása során biztonsági, rendelkezésre állásági és gazdaságossági szempontokat kell figyelembe venni.

04.2 Tapasztalatok és felülvizsgálatok eredményei eltakart csővezetékek öregedéskezelésében

04.2.1. A kezelendő romlási folyamatok értékelése

A mintacsővezetékek terjedelmében kezelendőként azonosított romlási folyamatok, a pihentető medence hűtőköri csővezetékek korróziós károsodásai fejlődésével kapcsolatosan megállapítható, hogy a lokális korróziós károsodások újabb megjelenése, illetve a javítás nélküli korábbiak növekedése a megismételt anyagvizsgálati eredmények szerint nem következett be. A csövek időszakos tisztításától pedig az várható, hogy a továbbiakban nem fognak kialakulni újabb károsodások.

04.2.2. Programmódosítások és azok indoklása

A pihentető medence hűtőköri csővezetékeken 2013-ban tapasztalt, átmenő hibákat(is) okozó korróziós károsodások kezelése érdekében módosítani kellett a kapcsolódó öregedéskezelési programokat. Egyrészt el kellett végezni a korábban nem várt meghibásodások alap-okának azonosítását szolgáló tevékenységeket (anyagvizsgálatok, korróziós és biológiai vizsgálatok, tesztek), másrészt olyan speciális roncsolásmentes anyagvizsgálati technikákat kellett kifejleszteni és alkalmazni, amelyek lehetővé tették az eltakart vezetékek korróziós indikációinak detektálását.

Öregedéskezelési programmódosítást jelentett a csövek időszakos tisztítási technológiájának kidolgozása és bevezetése is.

A csővezetékek SÖKP-be rendezésének első ütemében az eltakart csővezetékek öregedéskezelési specifikumait egy-egy adott SÖKP keretén belüli alcsoportokhoz rendelték.

Annak érdekében, hogy az eltakarás miatti specifikus öregedéskezelési szempontokat jobban kezelni lehessen, először a TG-rendszeri (pihentető medence hűtőköre) korróziós károsodásokban érintett, részben betonban futó csővezetékeket sorolták be külön a Z-SÖKP-17-be, majd célszerűen az összes, (részben) nem hozzáférhető csővezetékét külön csoportokba, illetve SÖKP-be rendezték.

04.2.3 Az engedélyes megállapításai és következtetései az eltakart csővezetékek öregedéskezelésével kapcsolatban

A mintacsővezetékek specifikus öregedéskezelési programjairól megállapítható, hogy

- megfelelnek az eltakart csövek öregedéskezeléséhez kapcsolódó IGALL [9] referencia programoknak is;
- a pihentető medence hűtőköri csővezetékek károsodása kezelésének érdekében az utóbbi években bevezetett ÖK-program fejlesztések, módosítások pedig a korábban nem várt korróziós folyamatok követelményeknek megfelelő kezelésének kialakítására adnak példát.

Az eltakart csővezetékek üzemeltetési tapasztalatait az alábbiak foglalják össze:

1. A kezelt bóros vízzel, alacsony hőmérsékleten üzemelő pihentető medence hűtőköri rendszer 10-11 mm-es falvastagságú, vasbetonban vezetett rozsdamentes csővezetékei inheretikuságát tapasztalták nagyszámú lokális korróziós helyen (MIK), amely megjelenésére korábban nem számítottak. A szükséges helyreállítási, javítási munkálatok miatt a 3. blokk több hónapig nem üzemelhetett, és a vonatkozó ÖKP-k fejlesztésére is szükség volt az alábbi tényezők miatt:
 - A károsodások fellépésének időben történő észlelésére az időszakos nyomáspróba nem volt elegendő; a pihentető medence vízszintváltozások trendje csak a már jelentősebb mértékű szivárgás fellépése esetén jelez.
 - A csövek belső felületének időszakos vizuális és egyéb roncsolásmentes vizsgálata nem volt előírva, ennek megfelelően a vizsgálatok elvégzéséhez, időszakos végrehajtásához jelentős fejlesztések kellettek.
 - A korróziós károsodások alap-okának a meghatározásához szükséges vizsgálati, laboratóriumi háttér fejlesztésre szorult.
 - A vasbetonba ágyazott csőszakaszok cseréjéhez, a csövek lokális javításához szükséges eszközök, módszerek bevezetése, alkalmazása szintén kihívásokat jelentett.
2. A földalatti biztonsági hűtővíz vezetékek (BHV) üzemi tapasztalatai, állapot vizsgálatai a csövek megfelelőségét mutatják, és a BHV rendszeri eddigi csőlyukadások csak a nem eltakart csöveknél fordultak elő. Mindemellett a hosszú távú rendelkezésre állás érdekében a BHV-rendszeri csővezetékek műanyag béleléssel történő javításának engedélyeztetését az OAH-nál és a végrehajtás előkészítését elindították.

Budapesti Kutatóreaktor

Kutatóreaktor technológiai rendszereinél az alábbi, szabadtéren talajban futó, biztonsági osztályba sorolt, így az öregedéskezelés terjedelmébe eső csővezetékek találhatók:

- TN01-TN04 elszívó szellőztető rendszerek csővezetékei;
- TZ csővezeték a folyékonyradioaktív hulladék-tároló tartályokhoz;
- VA01; VA08 szekunderköri csővezetékek.

A TN rendszer vezetékai kb. 30 m-es szakaszon futnak talajban, vizuális ellenőrzésüket az ún. C akna nyitásával végzik évente egyszer. A levegővezeték szívtott oldalon található, amennyiben a vezeték inhermetikusává válik, a beépített szűrőkön megjelenik a beszívott talaj. A szűrőket az S1, S2 és S4 rendszerekben havonta ellenőrizzük. A csővezetékek becsült hátralévő élettartama minimum 10 év.

A TZ csővezeték anyaga rozsdamentes acél, kültéren duplafalú csővezeték. Vizuális vizsgálata nem lehetséges. A szállító vezeték lyukadása esetén a védőcső a vizet a tároló épületébe vezeti, amit legalább heti egy alkalommal ellenőriz szemrevételezéssel a személyzet. Ezen túlmenően, a rendszer minden tartálya rendelkezik vízszint méréssel, így az elengedett víz mennyisége és a tárolótartályban megjelenő folyadék mennyisége jól beazonosítható, így a mérleg egyértelműen igazolja a csőrendszer megfelelő állapotát. Becsült hátralévő élettartama minimum 10 év.

VA01; VA08 szekunderköri csővezetékek anyaga szénacél. A csővezetékek a reaktorépületből kilépve kb. 40 m-es szakaszon alagútban futnak, majd kb. 80 m-es szakaszon talajban. A szekunder vezeték állapotát a csőalagútban szemrevételezéssel hetente legalább egy alkalommal ellenőrzik. 2016-ban a szabadon látható részekben korróziós nyomokat észleltek, melyet falvastagság-méréssel ellenőriztek. A csőalagút végétől valamint a két fordítóaknánál a csővezetékét másfél – másfél méteres hosszban kiásták, és megállapították, hogy jelentős mértékű a korrózió. A névlegesen 7 mm falvastagságú csöveknél 30-37%-os fogyást tapasztaltak. Csővezetékek feltárása után lyukadást és súlyosabb korróziós részeket találtak. 2016-17-ben a csőszakaszok cseréjét elvégezték. Az okokat a nem megfelelő szigetelési technológiában, a nem megfelelő szerelésben, valamint a konyhasóval történt folyamatos síkosságmentesítésben találták meg. Az érintett csővezeték cserélték, a konyhasó alkalmazását megtiltották, valamint az érintett területen a járműközlekedés esetében súlykorlátozást vezettek be. Becsült hátralévő élettartam minimum 10 év.

04.3 A hatóság megállapításai és következtetései az eltakart csővezetékek öregedéskezelésével kapcsolatban

A pihentető medence hűtőköri csővezetékeken 2013-ban tapasztaltak alapján a korróziós károsodások kezelése szükségessé tette az ÖKP-k módosítását. Az elvégzett vizsgálatok és kutatások igazolták, hogy az új kihívások új vizsgálati módszerek kidolgozását és bevezetését teszik szükségessé. Az öregedéskezelési program módosítása a kapcsolódó területen is szemléletváltást (üzemviteli előírások módosítását - tisztításokat) követelt és új ok-okozati összefüggések, például a mikrobiológiai korrózió (MIC) megismerését tette szükségessé.

A kutatóreaktor biztonsági osztályba sorolt, eltakart csővezetékei az öregedéskezelési program részét képezik, így érvényesek rá az ellenőrzési, vizsgálati követelmények.

05. Reaktortartályok

Paksi Atomerőmű

05.1 A reaktortartályok öregedéskezelésének bemutatása

05.1.1 A reaktortartályok öregedéskezelésének terjedelme

A SÖKP-001: Reaktortartály specifikus öregedéskezelési program terjedelmi határai:

Reaktortartály

- a főkeringtető (YA) vezetékéhez csatlakozó csonktoldatok az első szerelési varratig;
- a fedéltömítés-szivárgás ellenőrző rendszer kifolyásgátló előtti varratig;
- a hidroakkumulátorok vezetékéhez csatlakozó csonktoldatok az első szerelés varratig;
- a reaktoron belüli mérések kivezetésének csővezetékei a kifolyásgátlók előtti varratig.

Felső blokk:

- a TF-SZBV (SZBV közbenső hűtőkör) be- és kilépő körvezetékei az aknatéri bontható vezeték FB (felső blokk) felőli első karimáig (a bontható csővezeték az SZBV közbenső hűtőkörhöz tartozik);
- az SZBV légtelenítő kollektor (TX) körvezetéke az aknatéri bontható vezeték FB (felső blokk) felőli első karimáig (a bontható csővezeték a szervezett szivárgások rendszeréhez tartozik);
- a gázeltávolítás TX25 jelű vezetéke az aknatéri bontható vezeték FB (felső blokk) felőli első karimáig (a bontható csővezeték a szervezett szivárgások rendszeréhez tartozik);
- a földrengésvédelmi megerősítés.

Főosztósík tömítése:

- a főosztósík-tömítés önálló szerkezeti elemei (tőcsavarok, anyák, alátétek, leszorító gyűrű);
- a tömítés szivárgás-ellenőrzése a reaktor terjedelmén belül a kifolyásgátló utáni varratig tart (csatlakozás a szivárgásellenőrző rendszerhez).

A 05.1.1-1. táblázat a Reaktortartály SÖKP 1.3. táblázata, amely a figyelembe veendő romlási folyamatokat és adott öregedési hatás szempontjából leginkább érzékeny, kritikus környezeteket rendeli össze.

A [05.1.1-1. melléklet](#) ábrái a reaktortartály metszetrajzain jelölik a SÖKP-001-ben kezelt kritikus környezeteket, a 14. kritikus környezet, a földrengésvédelmi megerősítések kivételével, amely a metszetrajzon nem látható.

05.1.1-1. táblázat: A SÖKP-001-ben figyelembe vett romlási folyamatok, kritikus környezetek

	Kritikus környezet	Feltételezhető romlási folyamatok							
		Fáradás	Termikus öregedés	Sugárkárosodás	Kopás	Lokális korrózió (feszültségkorrózió)	Általános korrózió	Bórsav korrózió	Lazulás
1	Reaktortartály NA 500 csonkzóna	+	+**						+ (külső felület)
2	Reaktortartály zónával szembeni hengeres rész, „hosszú öv”	+	+**	+					+ (külső felület)
3	Reaktortartály 5/6-os varrat	+	+**	+					+ (külső felület)
4	Reaktortartály 8,9/10-es varrat	+	+**						+ (külső felület)
5	Reaktortartály fenék	+	+**						+ (külső felület)
6	Reaktortartály főosztósík, M140 csavarkötés a tömítésekkel és a szivárgás-ellenőrző furatokkal	+			+	+	+	+	+
7	Felső blokk az SZBVR csonkok kupola belső felületéhez csatlakoztató varratai	+				+			
8	Felső blokk HE-FM átvezetések kupola belső és külső felületéhez csatlakozó varratai	+				+			
9	Felső blokk kupola belső felülete a csonkok környezetében	+				+			
10	Felső blokk kupola külső felülete a csonkok környezetében						+	+	
11	Felső blokk HE-FM csonkok M36 csavarkötések és környezetük	+			+	+	+	+	+

	Kritikus környezet	Feltételezhető romlási folyamatok							
		Fáradás	Termikus öregedés	Sugárkárosodás	Kopás	Lokális korrózió (feszültségkorrózió)	Általános korrózió	Bórsav korrózió	Lazulás
12	Felső blokk SZBVR csonkok M36 csavarkötések és környezetük a szivárgásellenőrző furatokkal	+			+	+	+	+	+
13	Felső blokk SZBVR csonkok a bélés- és betétcsövekkel	+				+	+	+	
14	A közvetlenül csatlakozó tartó/rögzítő szerkezetek, földrengésvédelmi megerősítések						+	+	
15	HE-FM csonkok béléscsővének felső rögzítő varrata	+							
16	SZBV csonk béléscsővének felső rögzítő varrata	+				+			

* A 4.12. útmutatóban kezelendőként jelzett fáradásos repedések megjelenése a reaktortartály kifáradás elemzések CUF<0,4 eredménye alapján az 50+10 éves üzemidő során kizárható, ezért az adott környezetek fáradását kezelő ÖK-programelemek meghatározása és a SÖKP-ben való megjelenítése nem szükséges.

** A 4.12. útmutatóban kezelendőként jelzett termikus ridegedés hatásának kezelése: az ABOS 1-2 gépészeti rendszerlemek termikus ridegedését értékelő KIBE eredmények szerint az adott környezetben, az 50+10 éves üzemidő során a termikus ridegedés miatti öregedési hatások kezelése nem szükséges, ezért az adott környezetek ridegedését kezelő ÖK-programelemek meghatározása és a SÖKP-ben való megjelenítése sem szükséges.

05.1.1.1. A reaktortartályok ÖK terjedelme meghatározásának módszere és kritériumai

A reaktortartályok SÖKP keretében kezelendő romlási folyamatok, öregedési hatások, kritikusnak tekinthető komponensek meghatározása során a jó nemzetközi gyakorlatnak megfelelően, a 4.12. útmutató [15] mellékletében feltüntetett, az OAH által előírt öregedéskezelési terjedelmet vették alapul.

05.1.1.2. A romlási folyamatok meghatározása

A 05.1.1.1 fejezet szerint nem kezelt, esetleges további kritikus komponensek/romlási folyamatok, várható öregedési hatások a saját, illetve a VVER/PWR üzemi tapasztalatok, a mértékadó nemzetközi ÖK-gyakorlatot bemutató legújabb NAÜ, NRC, EPRI dokumentumok figyelembe vételével történő időszakos és eseti SÖKP felülvizsgálatok során kerülnek/kerülhetnek be a reaktortartály SÖKP-terjedelmébe.

05.1.2 A reaktortartályok öregedési értékelése

A következő alfejezeteket a mintaként ismertetésre javasolt reaktortartály-komponensek, úgymint

- a tartály alapanyaga, plattírozása és varratai;
- a fedél és a fenék, beleértve az átvezetéseket;
- továbbá a be- és kilépő csomópontok

öregedéskezelési gyakorlatának példáit alapul véve állítottuk össze.

05.1.2.1. Öregedési folyamatok és elfogadási kritériumok

A reaktortartály SÖKP-ben figyelembe vett, a mintakomponenseknél kezelt romlási folyamatok.

A tartály alapanyaga, plattírozása és varratai

- Fáradás, beleértve a környezeti hatást a hőhordozóval üzemszerűen érintkező belső felületeknél;
- Sugárkárosodás;
- Bórsav-korrózió (külső felület).

A felsoroltak közül az aláhúzással jelölt a kiemelt jelentőségű, mert a fellépését, az öregedés hatását észlelni lehetett a saját gyakorlatban is.

A tartályfal sugárkárosodása minden VVER/PWR-tartályra jellemző ténylegesen fellépő és folyamatos károsodást okozó romlási folyamat, ez a hazai gyakorlatra is jellemző, és a jelen ismeretek szerint a mintakomponensek terjedelmében egyedül ez a romlási folyamat korlátozhatja a reaktortartály megengedhető üzemidejét.

A sugárkárosodásra vonatkozó elfogadási kritérium:

A 118/2011. Korm. rendelet mellékleteként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSZ) 3. kötet [44], illetve az OAH által kiadott 3.18. útmutató [23] alapján, a PTS (Pressurized Thermal Shock, nyomás alatti hőütés) elemzéssel meghatározott, az adott komponensekre megengedhető kritikus ridegtörési hőmérsékletnek adott biztonsági sávval nagyobbak kell lennie a komponensek aktuális kritikus ridegtörési hőmérsékleténél a tartály üzemideje során.

A reaktortartály SÖKP feltünteti a PTS-számításokkal meghatározott az adott kritikus komponensekre, azaz az aktív zónához legközelebb eső kovácsolt övre és körvarratra megengedhető ridegtörési hőmérsékleteket. A SÖKP-001 feltünteti az adott kritikus komponensek ridegtörési hőmérsékletének, az aktuális gyorsneutron fluencia alapján történő meghatározásához szükséges tartály/komponens specifikus összefüggéseket is; amelyeket a reaktortartályok felügyeleti programjának eredményeit felhasználó PTS-számítások során határoztak meg.

A fedél és a fenék beleértve az átvezetéseket

- Fáradás, beleértve a környezeti hatást a hőhordozóval üzemszerűen érintkező belső felületeknél;
- Lokális korróziós folyamatok (beleértve a feszültségkorróziót is);
- Bórsav-korrózió (külső felület);

A felsoroltak közül az aláhúzással jelöltek a kiemelt jelentőségűek, mert ezek fellépését már észlelni lehetett a saját gyakorlatban is a következőknek megfelelően:

- Az SZBV-csonkok korrózióvédelmét biztosító bélésű felső rögzítő varratának **fáradás** miatti átrepedése a PAE 1-4 blokki és más VVER-440 tartályok gyakorlatában többször is előfordult, ismert meghibásodás.
- Az SZBV-csonkok **bórsavkorróziós** károsodása, az SZBV-csonk karimás kötésnél kijutó hőhordozó miatt a PAE és más VVER-440 blokkok esetében is előfordult.

A fáradás elfogadási kritériumai:

- $1,0 > CUF > 0,4$ az a tartomány, amelynek elérése esetén a fáradás szempontjából kritikusnak tekintendő az adott környezet; az érintett SÖKP-ben elő kell írni a fáradás hatásának kezelését az adott komponens környezetben;
- $CUF > 1,0$ esetben az OAH által kiadott 3.25 útmutatóban [24] rögzített, az ASME BPVC XI [11] Appendix L (MSZ27011 [12] L Melléklet) szerinti elemzésekkel és az adott környezet kiegészítő monitorozásával az üzemeltetés folytatható.

A bórsavkorrózió elfogadási kritériumai:

A bórsavkorrózió miatti anyagihiányok megengedhetőségét a KKGY alapján kell értékelni. A KKGY-ben feltüntetett kritériumokat esetlegesen meghaladó, talált károsodás javítás illetve csere nélküli megengedhetőségét szilárdsági számítások alapján kell értékelni.

Be- és kilépő csomkok

- Fáradás, beleértve a környezeti hatást a hőhordozóval üzemszerűen érintkező belső felületeknél;
- Bórsav-korrózió (külső felület).

A felsoroltak közül az aláhúzással jelölt fáradás tekinthető nagyobb jelentőségűnek. Ezt az indokolja, hogy a mintakomponenseken vannak olyan helyek, ahol a kifáradás számítások $CUF > 0,4$ értéket eredményeztek. Ez a CUF határérték a hazai gyakorlatban a fáradás szempontjából kritikusnak tekintendő, és az érintett komponenst a SÖKP-ben kezelni kell.

05.1.2.2. Szabványok, útmutatók és gyártóművi dokumentumok

A reaktortartályok öregedéskezelésénél alapul vett dokumentumok, és azok felhasználásának főbb jellemzői:

- NBSZ 3. kötet [44] a sugárkárosodás megengedhetőségi kritériumainak meghatározásához;
- 4.12. útmutató [15] a minimálisan kezelendő romlási folyamatok/kritikus környezetek meghatározásához;
- 3.18. útmutató [23] a sugárkárosodás megengedhetőségi kritériumainak meghatározásához;
- 3.25. útmutató [24] a fáradás megengedhetőségi kritériumainak meghatározásához;
- MSZ 27003 szabvány [43] a fáradás megengedhetőségi kritériumainak meghatározásához;
- ASME BPVC XI szabvány [11] az anyagvizsgálatok során talált hibák megengedhetőségi kritériumainak meghatározásához;
- ASME BPVC III szabvány [45] a fáradás megengedhetőségi kritériumainak meghatározásához;
- MSZ 27011 szabvány [12] az anyagvizsgálatok során talált hibák megengedhetőségi kritériumainak meghatározásához;
- Reaktortartály és felső blokk gépkönyvek, Reaktor berendezés műszaki leírás és üzemeltetési utasítás, Reaktortartály – anyagspecifikáció (1-4 blokk), Reaktortartály – szilárdsági számítások 1-4 blokk 1. rész hegesztett tartály szilárdsági számítása, Reaktortartály – szilárdsági számítások 1-4 blokk 4. rész hegesztett tartály PTS számítása, Felső blokk – szilárdsági számítások (1., 4. blokk), ÖK-alapadatok, anyagminőségek, anyagjellemzők, konstrukciós adottságok meghatározásához;
- Reaktortartály és fedél minőségellenőrzési programja, ÖK-alapadatok, anyagminőségek, anyagjellemzők meghatározásához;
- Gyártóművi rajzdokumentumok az ÖK-alapadatok, konstrukciós adottságok meghatározásához.

05.1.2.3. A reaktortartályok öregedéskezelése során felhasznált K+F programok

Az elmúlt időszakban befejezett és hasznosított jelentősebb kutatás-fejlesztési témák jó része az üzemidő-hosszabbítás, az öregedéskezelés megalapozását szolgálta. A blokkok üzemidő-hosszabbítási lehetőségének megalapozásához tartozóan, továbbá a fellépő romlási folyamatok, károsodások kezeléséhez tartozóan voltak/vannak a mintakomponensekkel kapcsolatos kiemelt jelentőségű K+F feladatok a következőknek megfelelően:

- **A reaktortartály üregdozimetriai méréseinek előkészítése, végrehajtása:** A reaktortartályfal ridegedésének értékeléséhez a falat ért gyorsneutronfluencia értékek validált neutronfizikai számításokkal és/vagy mérések alapján határozható meg. A tartályfal külső felületén elhelyezett neutronmonitorok (aktivációs detektorok) segítségével is értékelni lehet az aktuális üzemanyag-konfiguráció, illetve annak megváltoztatásának hatását a tartályfalat érő gyorsneutron terhelésre. A reaktorfizikai számítások validálása az új hazai ellenőrző program során a reaktortartály felületei pozícióban besugárzott neutronmonitorok kiértékelt eredményei alapján történt. A tartályfal külső felületén elhelyezett neutrontetektorok mérési eredményei lehetővé tették a neutrontranszport-számítási eredmények ellenőrzését/validálását a tartályfal külső felületén is. 2012-ben a 2. blokkon az „Új Hazai Ellenőrző Program 2 (ÚHEP2)”-vel egy időben indult el az üregdozimetriai program. Az ÚHEP2 négyéves besugárzású fűzésével „szemben”, a tartály külső felületén elhelyezték az aktivációs neutronmonitorokat tartalmazó állványt. Az állványban négy helyre lehetett neutron spektrum meghatározására szolgáló „monitor-csomagot” elhelyezni: a zóna középvonalában és az 5/6-os varrat magasságában azimutális minimum és maximum helyeken. A két pontra történő ellenőrzés a neutronfluxus falon belüli csökkenését meghatározó számítási modell megfelelőségét igazolta.
- **Az SZBV-csonk béléscső felső rögzítő varrat meghibásodásának kezeléséhez megbízható javítási technológiák kidolgozása:** A kutatási feladatok keretében a béléscsövek cseréje során alkalmazandó, alkalmazható új hegesztő anyagokat, hegesztési technológiákat, béléscső alapanyagokat vizsgáltak. A fejlesztések eredményei teremtették meg az újabb javítások során már kifogástalan minőségűnek számító hegesztési varratok kivitelezésének feltételeit. A hegesztéstechnológiai változtatások átgondolt és összefüggő rendszert alkotnak, és az összes vizsgálati eredmény birtokában kijelenthető, hogy a javított varratok jobb minőségűek, jobban terhelhetők, mint a gyári varratok, a javított varratok ismételt meghibásodásától kevésbé kell tartani.

05.1.2.4. Az üzemeltetési tapasztalat figyelembevétele

A mintakomponensek ÖK-programjainak külső és belső üzemeltetési tapasztalatok alapján történő jelentősebb módosítására került sor a következő esetekben:

- A PWR tartályoknál, illetve pl. a finnországi VVER-440/213 blokkokat üzemeltető erőműben is bevált üzemeltetési tapasztalat volt a tartályfalat érő gyorsneutron fluencia csökkentésére adott zónakonfigurációk alkalmazása. Ezt a gyakorlatot alapul véve, a zónával szembeni tartályfal komponensek ridegedésének csökkentése érdekében az üzemelés első néhány éves szakaszát követően olyan üzemanyag töltetek alkalmazását vezették be a PAE 1-4. blokkon, amelyek kisebb gyorsneutron-fluenciát eredményeztek a reaktortartály falában.
- A tartályfalat érő gyorsneutronsugárzás további csökkentését szolgáló Dummy elemek alkalmazására is volt már külső üzemeltetési tapasztalat (Loviisa), de a SKODA gyártású PAE 1-4. blokki tartályok az alacsony Cu és P tartalomnak megfelelően ridegedésre kevésbé érzékeny anyaga mellett a Dummy elemekre már nem volt szükség.
- A külső és belső VVER üzemeltetési tapasztalatban néhány esetben előfordult, hogy a felső blokki SZBVR-csonkok karimás kötéseinek tömörtelensége a primerköri hőhordozó kijutását és a csonkok bórsavkorróziós anyagfogyását eredményezte. A károsodások további előfordulásának megelőzése érdekében üzembe helyezték az

SZBVR-csonkok karimás kötéseinek üzem közbeni esetleges szivárgását detektáló YC rendszert, és bevezették a felső blokk üzem közbeni helyszíni ellenőrzését is.

05.1.3 A reaktortartályok monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységei

05.1.3.1. Tevékenységek, módszerek, vizsgálati gyakoriságok

A reaktortartály mintakomponenseken végzett monitorozási, tesztelési, mintavételezési, vizsgálati tevékenységek:

- **Az időszakos roncsolásmentes anyagvizsgálatok végrehajtási keretprogramjai**
 - a „Reaktortartály és tömítő egységei” Anyagvizsgálati keretprogram (KA-01_C15),
 - valamint a „Felsőblokk” Anyagvizsgálati keretprogram (KA-02_C15).

A reaktortartály és felsőblokk időszakos anyagvizsgálatai során a keretprogramok vizsgálati táblázatában felsorolt tartálykomponenseket, a vizsgálati táblázatban előírt módszerekkel, a 05.1.3.1-1. táblázatban feltüntetett vizsgálati technológiák alkalmazásával vizsgálják. A külső és belső felület TV-kamerás vizuális vizsgálata és a plattírozás felületi rétegének örvényáramos vizsgálata mellett a reaktortartály nyomástartó falát, ezen belül kiemelten a hegesztett kötéseket ultrahangos vizsgálattal (UT) ellenőrzik. A tartály külső felülete felőli vizsgálat alkalmazása mellett az 1. blokk 1987 évi első, teljes zónakirakással járó főjavítása óta a tartályokat a belső felület felől is vizsgálják, ami a biztonság iránti elkötelezettséget igazolja.

05.1.3.1-1. táblázat: A reaktortartály anyagvizsgálatai során alkalmazott vizsgálati technológiák

A vizsgálati technológia tárgya
Reaktortartály belső felület felől végzett örvényáramos vizsgálata
Reaktortartály belső felület felől végzett ultrahangos vizsgálata
Auszténites és ferrit-perlites anyagok felületi vizsgálata behatoló folyadékos módszerrel (PT)
SZBVR-csonkok alapanyaga és a bélésű közötti részen lévő víz kimutatása ultrahangos vizsgálattal
Ferrit-perlites acélból készült szerkezetek alapfémének és hegesztett kötéseinek ultrahangos vizsgálata 465 mm-nél nagyobb átmérőjű és 15 mm-nél nagyobb falvastagságú szerkezeteknél
Plattírozás-tapadás kézi ultrahangos vizsgálata
A reaktortartály hengeres rész körvarratainak, valamint az aktív zóna alapanyagának külső gépi ultrahangos vizsgálata
NA 500-as csonk átmeneti varratok külső gépi ultrahangos vizsgálata
NA 250-es csonk átmeneti varratok külső gépi ultrahangos vizsgálata
NA 250-es csonk belső íves átmenet külső gépi ultrahangos vizsgálata
RT csonkzóna-körvarratok külső gépi ultrahangos vizsgálata
Berendezések és csővezetékek időszakos vizuális ellenőrzése

Az időszakos roncsolásmentes vizsgálatokat a 2010-es évek elejéig 4 évente, azt követően 8 évente hajtották végre; a 15 hónapos üzemeltetési ciklusra való áttérést követően a vizsgálatokat 10 évente fogják elvégezni.

A vizsgálatok során talált eltérések megengedhetőségét a KKGY-ben [17] rögzített elfogadási kritériumok alapján értékelik. A KKGY [17] II. szintet meghaladó méretű folytonossági hiányok esetén a megengedhetőséget (a további üzemelésre való alkalmasságot) szilárdsági, törésmechanikai elemzéssel kell igazolni. Az elemzés alapján kell meghatározni az időszakos (eseti) vizsgálatok rendjét, a következő vizsgálat időpontját. Amennyiben az üzemelésre való alkalmasság nem igazolható, javítás / csere szükséges, majd ezt követő ismételt vizsgálat igazolhatja a berendezés alkalmasságát.

Az időszakos anyagvizsgálatok egy részét, a tartály belső felület felőli vizsgálatait vállalkozók bevonásával végzik. Az alkalmazott roncsolásmentes vizsgáló rendszerek az ENIQ metodika szerint minősítettek.

- **A reaktortartály időszakos ellenőrzési programja keretében elvégzett időszakos nyomáspróbák, ellenőrzések** a reaktor berendezések IEP végrehajtása során történnek.

Az IEP végrehajtási gyakorisága jelenleg 10 év. A nyomáspróba hőmérsékletét a reaktor hűtőkör p-T görbének kidolgozása keretében határozták meg. A nyomáspróbák elvégzésének módját, elfogadási kritériumait a FEL008_VU06 [46] végrehajtási utasítás, illetve a reaktortartály IEP nyomáspróba terve rögzíti. A tartálynyomáspróba megfelelési kritériuma szerint nyomásesés nem megengedett.

- **A reaktortartály-felüyeleti program**

A reaktortartály szerkezeti anyagok sugárkárosodásának monitorozása céljából a paksi atomerőmű reaktorait eredetileg hat Loviisa típusú felüyeleti próbatest készlettel látták el. Ezek a készletek szakító, Charpy V-bemetszésű ütő-, és törésmechanikai vizsgálatok céljára - előrepszett statikus hajlító próbatesteket tartalmaztak, amelyeket a tartály alapanyagából, a hegesztett kötés anyagából és a hegesztési varrat hőhatás övezetéből munkáltak ki. A próbatesteket hermetikus tokokban helyezték el; 19 vagy 20 tok alkotott egy láncot és két lánc egy készletet. Egy készletben összesen 18 szakító-, 36 ütő- és 36 törésmechanikai próbatest volt (egyenlő arányban elosztva az előzőekben megnevezett három anyagtypusból). Két készlet – a fentiekén túlmenően – tartalmazott termikus öregedés monitorozására szolgáló próbatesteket is (azaz voltak tokok a zóna felett is). Bizonyos tokokban neutronfluxus és hőmérséklet mérésére szolgáló indikátorok is voltak. Leszállításra került továbbá egy az előzőeknél nagyobb számú próbatestkészlet a kiinduló állapot (referencia szint) meghatározására.

A szerkezeti anyagok szívós-rideg átmeneti hőmérsékletét, azaz a T_k kritikus ridegtörési hőmérsékletét a Charpy ütőpróbatestek vizsgálata alapján határozták meg az erőmű laboratóriumában. Az átmeneti hőmérséklet görbéket ütőmunka, laterális expanzió és szívós-rideg töretfelület-hányad alapján szerkesztették meg. A kritikus ridegtörési hőmérséklet értékelési kritériumai az egyes esetekben a következők voltak: 41 J ütőmunka; 0,89 mm laterális expanzió; és 50% szívós töretfelület hányad. Ugyancsak meghatározásra került a felső energiaszint értéke. Károsodást okozó paraméterként, ahogy az orosz tervezésű reaktoroknál szokásos az $E > 0,5\text{MeV}$ feletti gyorsneutron-fluenciát alkalmazták.

A felüyeleti próbatestek pozíciójára számolt lead faktor (LF) értéke a fluxus maximum helyén $LF \sim 12$ volt, ezért az erőmű – az OAH-val történt jóváhagyást követően - a próbatest készletek kivételét az első négy kampányt követően ütemezte, ugyanis az öt évnél hosszabb besugárzási időnek nem volt gyakorlati jelentősége. A kritikus ridegtörési hőmérséklet ΔT_k eltolódása alapján, és a neutronfluencia-számítások figyelembe vételével felrajzolhatók voltak a

trendgörbék. A trendgörbék eredményeit használták fel a szerkezeti anyagok K_{Ic} törési szívósság referencia görbéinek pozícionálására, majd a $K_I \leq K_{Ic}$ posztulált repedés stabilitási kritériumból megkapták a megengedett kritikus ridegtörési hőmérséklet értékét. A T_k^{meg} értékek és a tartályokra jellemző kritikus ridegtörési hőmérsékletértékek alapján számolható volt az egyes tartályok megengedett üzemideje. Ezeket a számításokat az erőmű megbízásából az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézete (ma már Energiatudományi Kutatóintézet) végezte el. A reaktortartály-felügyeleti program (vizsgálatok, mérések, számítások, értékelések) komplex ellenőrzésére az erőmű független szakértői testületet működtetett.

Az eredeti felügyeleti program gyenge pontjainak kiküszöbölésére és az ezekből adódó bizonytalanságok csökkentésére (pl. magas lead faktor, neutronfluxus-monitorok pozíciójának bizonytalansága, alkalmatlan hőmérséklet-ellenőrzési eljárás) egy kiegészítő felügyeleti programot terveztetett és indított az erőmű a 90-es évek elején. Ebben archív (helyreállított Charpy) és referencia anyagból készült próbatesteket alkalmaztak; a neutronfluxus-monitorokat ellenőrzött pozícióba helyezték és alkalmas hőmérsékletmérő indikátorokat használtak. Az új ("hazai") felügyeleti próbatest készleteket a megüresedett csatornába helyezték az állandó fluxus magasságában, és háromévente cserélték őket. Az eredmények egyrészt megerősítették az eredeti felügyeleti program eredményeit, másrészt a neutronfluencia-értékek újraértékelésével jelentősen csökkentették a fluencia-értékek szórását.

Miután az előzőekben ismertetett kiegészítő felügyeleti programot 30 éves üzemre tervezték, és az üzemidő-hosszabbítás értelemszerűen megkövetelte a reaktortartályok hosszú távú felügyeletét, az erőmű egy továbbfejlesztett kiegészítő felügyeleti programot dolgoztatott ki és indított el. Ez a program figyelembe veszi az ASTM E 185 (Standard Practice for Conducting Surveillance Tests for Light-Water Cooled Nuclear Power Reactor Vessels) követelményeit, azaz lehetővé teszi a neutronsugárzás hatásának monitorozását a reaktor teljes üzemideje alatt, továbbá közelíti a lead faktor értékét a nevezett szabványban elvárt érték tartományához. A kiegészítő felügyeleti program próbatesteit reaktoronként három-három lánc tartalmazza, amelyeket 4, 8, illetve 16 üzemeltetési ciklus alatti besugárzást követően fognak kiemelni és megvizsgálni. A program elindult, értékelése folyamatosan fog történni. Új eleme a programnak, hogy tartalmaz próbatesteket a plattírozás anyagából is. A próbatestek lényegében a statikus törésmechanikai és ütőpróbatetek megfelelő bemetszéssel ellátott betétjei, amelyekből a kivételt követően speciális hegesztési eljárással alakítják ki a komplett próbatesteket (próbatetek-rekonstrukció). A plattírozás esetében miniatűr szakító próbatesteket is alkalmaznak.

A felügyeleti program előkészítését, végrehajtását részben külső vállalkozók bevonásával végézik.

- **A reaktortartály-fedél szivárgását ellenőrző program** keretében a primer köri hőhordozó esetleges kijutását

egyrészt az YC üzemi szivárgásjelző rendszer üzemeltetésével derítik fel. Az 1-4PR49 kezelési utasítás szerint a reaktortartály karimás kötések szivárgását a kettős tömitőgyűrűk közötti térben megjelenő nyomásjel alapján detektálják;

másrészt a reaktortartály-fedél időszakos bejárással történő szivárgás ellenőrzési programja, az „ASV-1/2015- A reaktor felsőblokk ellenőrzése” során észlelik.

A monitorozás, ellenőrzés elfogadási kritériuma, hogy a szivárgás nem megengedett.

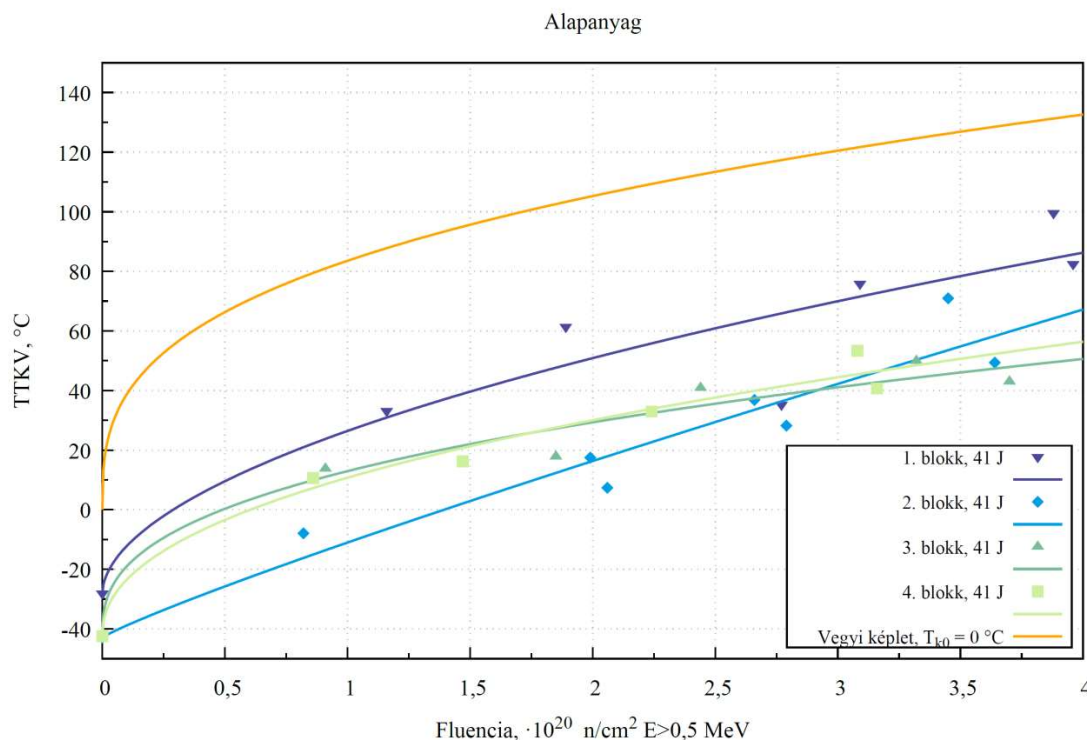
- **A ciklusszám-monitorozó program**

A reaktortartály szilárdsági, kifáradás számításai során figyelembe vett ciklusmenü egyes ciklikus terheléseinek megengedett értékeit az elvégzett fáradás-elemzés eredményeinek figyelembe vételével a MÜSZ [25] 5.2.1.1 pontja, illetve az azt kiegészítő MÜSZ [25] 5.2.1.1.1 melléklet rögzíti. A ciklusmenü reaktortartályra vonatkozó tételeinek nyilvántartását a TBE301 Állapotelemzés, visszacsatolás eljárásrend végrehajtási utasítása: a TBE301_VU02: „Üzemfelügyelet, üzelemzés: A blokkok üzeme és karbantartása során képződő üzemfelügyeleti adatok nyilvántartása és üzelemzési feladatok ellátása” alapján folyamatosan végzik. A ciklusszám felhasználásnak, továbbá a terhelések lefutásának, jellemzőinek megfelelőségi kritériumaiként a reaktortartály szilárdsági és kifáradás számításai során figyelembe vett terheléskatalógust veszik alapul.

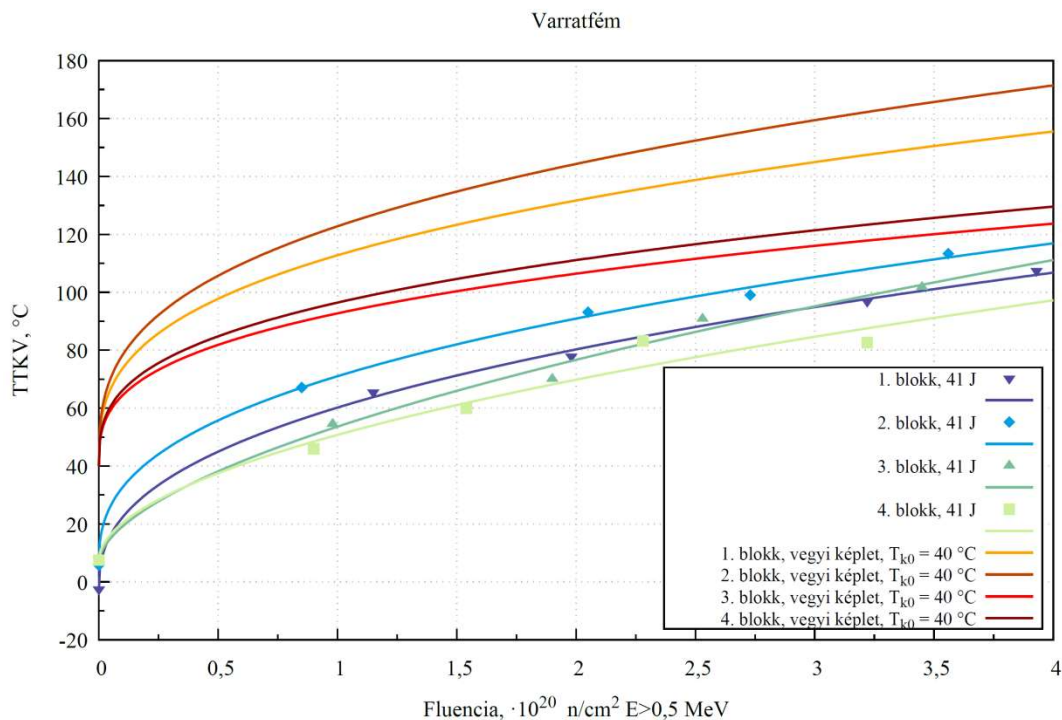
05.1.3.2. A vizsgálati történet figyelembevétele

A reaktortartály-komponensek romlási folyamatai közül az aktív zóna körüli tartályfal komponensek besugárzás okozta ridegedésének és adott komponensek kifáradásának értékelésénél van szerepe a trendkövetésnek. A reaktortartály SÖKP-ben kezelt többi romlási folyamat hatása nem számottevő, ezért a trendkövetésre nincs szükség.

A zóna körüli tartályfal-komponensek gyorsneutron besugárzás hatására történő ridegedésének trendjét az adott komponensek kritikus ridegtörési hőmérsékletének (T_k) növekedése jelzi. Az 1-4 blokki tartályok zóna körüli komponensei T_k változásának a reaktortartály-felügyeleti program és vegyi összetétel alapján meghatározott trendgörbéit a 05.1.3.2-1. és a 05-1.3.2-2. ábrák mutatják be.



05.1.3.2.1-1. ábra: 1-4 blokki tartályok zóna melletti hosszú öve alapanyagának reaktortartály felügyeleti program és vegyi összetétel alapján meghatározott T_k trendgörbéi [47]



05.1.3.2.1-2. ábra: 1-4 blokki tartályok zóna melletti körvarratának reaktortartály-felügyeleti program és vegyi összetétel alapján meghatározott Tk trendgörbéi [47]

A **fáradás**ban érintett tartálykomponensek esetén a fokozatos romlást a komponens kifáradás számítása során alapul vett terhelési ciklusok számának csökkenési trendjét a ciklusszám-monitorozás keretében ellenőrzik.

Nem várt romlási folyamatként az SZBVR bélésű rögzítő varrat fáradásos átrepedése miatti hatások, meghibásodások vehetők számításba. Ezek fellépésének azonosítását az időközben bevezetett időszakos, kampányonként végrehajtott alábbi vizsgálati eljárások biztosítják:

- A rögzítő varrat átrepedése miatt a bélésű és a csomák közötti térbe kerülő víz megjelenésének detektálása a csomák külső felületéről megvalósított ÚT-vizsgálattal;
- Az SZBVR-hajtás betétcsöve és a csomák bélésű csöve közötti rés méretének ellenőrzése, a bélésű csomák, a csomák és a bélésű csövek közé kerülő víz nyomásváltozásai miatti, esetleges kidudorodásának az észlelése céljából. A 37 db csomákban a hajtás betétcsöve és a csomák bélésű csöve közötti rést kaliberekkel ellenőrzik az SZBVR-hajtások leszerelését követően.

05.1.4 Megelőző és helyreállító intézkedések reaktortartályok esetén

05.1.4.1. Megelőző intézkedések

A reaktortartály SÖKP-ben figyelembe vett, a mintakomponensek adott romlási folyamatainak megelőzését, csökkentését szolgáló főbb jellemző intézkedések, tevékenységek, eljárásrendek a következők:

A **fáradás** miatti repedések kialakulását, terjedését megelőzők:

- A lehetséges igénybevételek teljes körű és kellően konzervatív értékekkel való figyelembevétele a tervezési kifáradás számítások során;

- A szilárdsági számítások során meghatározott ciklusok túllépéseinek elkerülése (TBE301-VU02).

A tartály külső felületek **bórsavkorrózió** miatti anyagfogyását megelőző:

- A reaktortartály-fedél külső szénacél felületére esetlegesen kijutó primerköri hőhordozó időben történő észlelése (1-4PR49, ASV-1/2015).

A tartály belső felületek **lokális korrózió** miatti anyagfogyását, **feszültségkorróziós** repedések kialakulását és terjedését megelőző:

- A korróziót mérséklő vízüzemi paraméterek tartása (01-02VE06: Primer és szekunderköri víznormák).

A tartály zóna körüli komponensek **neutronsugárzás hatására történő ridegedésének** ütemét mérséklő:

- A tartályfal komponenseket érő gyorsneutron-fluencia csökkentése és számításokkal történő ellenőrzése a különböző zónakonfigurációk alkalmazása hatásának elemzésével és vizsgálatával (Lásd. 05.1.2.4.).

05.1.4.2. Javító intézkedések

A reaktortartály SÖKP-ben figyelembe vett, a mintakomponensek elfogadási kritériumokat meghaladó mértékű károsodása esetén alkalmazhatóként tekintetbe vett főbb jellemző javító intézkedések, tevékenységek, eljárásrendek a következők:

- Egyedi, dokumentált és engedélyezett javítási technológiák alkalmazása a lokális károsodási formák (anyaghiányok, repedések) javításához;
- Az SZBVR csonk bélésűcsövek rögzítő varrata átrepedésének kezelése a bélésűcső cseréjével, új továbbfejlesztett hegesztési technológiával, engedélyezett javítási technológia felhasználásával;
- Az esetleges bórsav kiömlési helyek megszüntetése, a károsodott elemek tervezési állapotának helyreállítása.

05.2 Tapasztalatok és felülvizsgálatok eredményei reaktortartályok öregedéskezelésében

05.2.1. A kezelendő romlási folyamatok értékelése

A kezelendőként azonosított romlási folyamatok fejlődésének főbb jellemzői a következők:

A **fáradás** mint romlási folyamat csak az SZBV bélésűcső rögzítő varrat átrepedésénél fordult elő. Várható, hogy a már javított csonkoknál alkalmazott továbbfejlesztett javítási technológiák révén a varratokban újabb, fáradás miatti átrepedések a továbbiakban már nem alakulnak ki.

A reaktortartály fedél **bórsavkorróziós** anyagfogyása csak az üzemelés első szakaszában fordult elő, az azóta bevezetett, illetve kiegészített szivárgás-ellenőrzési tevékenységek hatékonynak bizonyultak.

A SÖKP-001-ben kezelt **lokális korróziós** jelenségek a PAE eddigi gyakorlatában, az adott mintakomponensek terjedelmében még nem fordultak elő.

A zóna körüli tartálykomponensek tervező által feltételezett és a ténylegesen bekövetkezett, illetve várható sugárkárosodása fejlődésének mértékét, az 1-4. blokki reaktortartály zónával szembeni hosszú öve alapanyagára a [05.1.3.2.1-1. ábra](#), a zóna melletti körvarratára pedig a

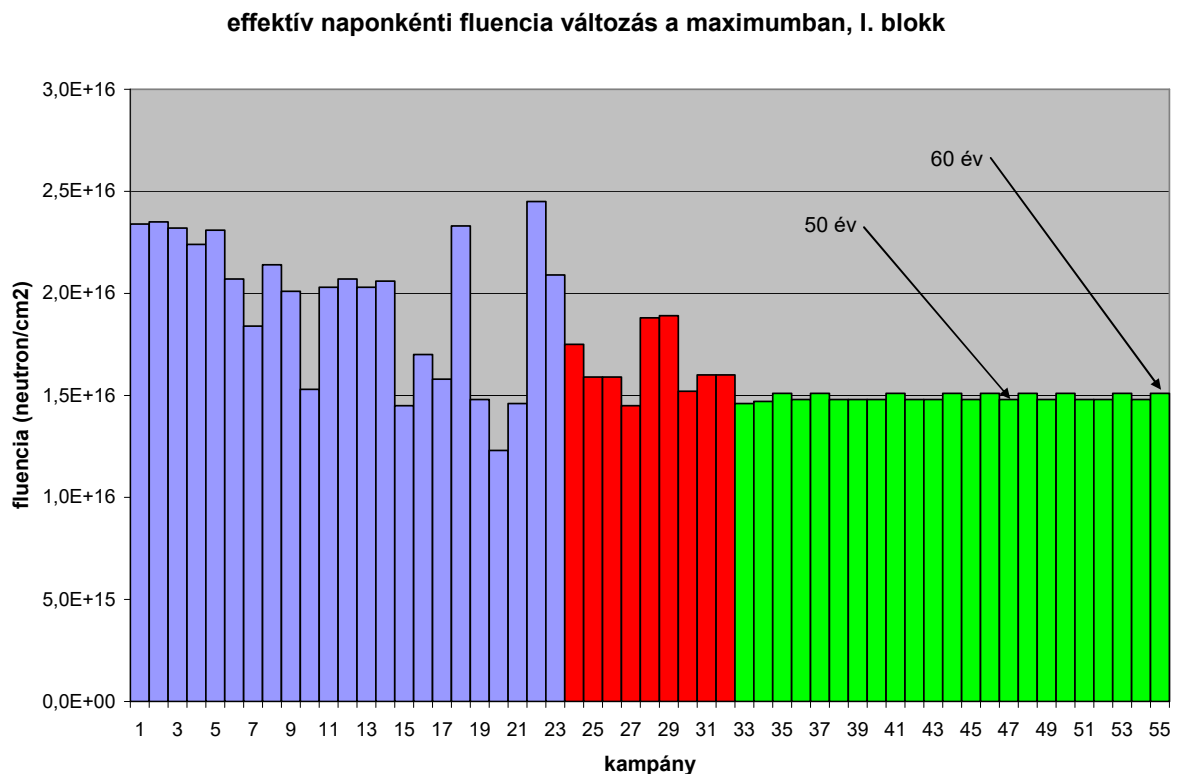
[05.1.3.2.1-2. ábra](#) szemlélteti. Az ábrákon látható, hogy a komponensek vegyi összetétele alapján meghatározott kritikus ridegtörési hőmérsékletének trendgörbéi, amelyek tapasztalati (empirikus) képlet szerint számítottak, minden tartály esetében konzervatívabbak a reaktortartály-felügyeleti program során meghatározott, ténylegesen várható T_k trendgörbékhez képest.

05.2.2. Programmódosítások és azok indoklása

A mintakomponensek öregedéskezelési programjainak főbb módosításait és azok indoklását a külső és belső üzemeltetési tapasztalatok figyelembe vételével a [05.1.2.4. fejezetben](#) van felsorolva.

A reaktortartály-felügyeleti program lényegesebb változtatásainak áttekintését, az indoklásokkal együtt a [05.1.3.1. fejezet](#) részletezi.

A zónával szembeni tartályfal-komponensek ridegedésének csökkentése valósult meg az üzemelés néhány évében, amikor az alkalmazott zónakonfiguráció a tartályfal gyorsneutron terhelését csökkentette. Ez látható az 1. tartály példáján, a 05.2.2-1. ábrán.



05.2.2-1. ábra: A fluencia alakulása a paksi 1. blokki reaktortartályon[48]

05.2.3. Az engedélyes megállapításai és következtetései a reaktortartályok öregedéskezelésével kapcsolatban

A reaktortartályok öregedéskezelési gyakorlata megfelel a hazai szabályzásnak és a mértékadó nemzetközi követelményeknek, ajánlásoknak. Ezt a megállapítást a fentiekben ismertetett Reaktortartály SÖKP-001 keretében végezték, illetve ahhoz szorosan kapcsolódó tevékenységek WENRA NJ szempontok szerinti teljeskörűsége is alátámasztja, továbbá az ÜH-engedélyezés

előkészítése során végrehajtott SALTO, IAEA, TC és USA független szakértői felülvizsgálatok is erre a következtetésre jutottak.

A reaktortartály öregedéskezelési programjainak módosításai hatékonyan járultak hozzá az érintett romlási folyamatok megelőzéséhez, követelményeknek megfelelő kezeléséhez.

Az SZBVR-csonk beléscső varrat fáradás miatti meghibásodásának kezelése említhető egyedül olyan példaként, amelynek öregedéskezelése a többszöri programmódosításokkal együtt sem tudja egyértelműen kizárni a még nem javított varratok további károsodásának lehetőségét. Ez utóbbi eset fellépését ugyanakkor az alkalmazott detektálási gyakorlattal a komponens biztonsági funkciója fennmaradásához idejében észlelik, a továbbfejlesztett javítási technológiákkal végzett helyreállítást követően pedig már várhatóan nem lesznek további varrat meghibásodások az érintett csonkokon.

Budapesti Kutatóreaktor

A kutatóreaktor tartálya nem nyomástartó, hanem atmoszferikus, így szigorúan véve nem tartozik a vizsgálat terjedelmébe, de a teljes kép kedvéért szerepelnek itt az információk.

A reaktortartály öregedéskezelése

	Vizsgálat, ellenőrzés, monitorozás	Értékelés
1	Gyorsított öregedési anyagvizsgálat 1993-1996	Reaktor Biztonsági Bizottság
2	Primer víz paraméterek, csepegéssjelzés	KÜGY, Reaktor operátor
3	Vizuális vizsgálat zónarendezést követően	Reaktor operátor
4	Víz minta analízis negyedévente	ÖKP vezető, reaktor operátor
5	Szerkezeti vizsgálat és nyomáspróba 4 évente	ÖKP vezető, reaktor üzemvezető
6	Vizuális vizsgálat + videófelvétel 10 évente	ÖKP vezető

A reaktortartály öregedésértékelése

A Budapesti Kutatóreaktor rekonstrukcióját megelőzően a tervező a szovjet reaktortervezőkkel konzultált az új tartály anyagával kapcsolatban. A szovjet tervezők hegesztési problémák és a varratok sugárkárosodása miatt nem ajánlották a második tartály SZAV-1 típusú AlMgSi ötvözetből való építését annak ellenére, hogy az első tartály anyagaként ez az ötvözet kifogástalanul viselte a 30 évi üzemet.

Az első javaslat Al99.5 minőségű ötvözetlen alumínium volt. Ennek azonban több hátránya is lett volna: viszonylag lágy anyag, minősége és korrózióállósága erősen szór, mert a szennyező tartalom változó benne, és a magas szennyező tartalma miatt erősen aktiválódik, ami megnehezíti a karbantartást, és növeli a radioaktív hulladék mennyiségét.

Ekkor BKR a Fémipari Kutatóintézethez fordult, ahol több tárgyalás után az eutektikus összetételű AlMg2.5 ötvözet 99.95-ös alumínium bázison gyártott változatát javasolták. Ez az anyag az R-AlMg2.5 nevet kapta. A hegesztésére az AlMg5 típusú hegesztőpálcát választották. Az anyag kiválasztása után két kísérleti adagot gyártottak le. Ezeket széleskörű minősítő vizsgálatokat végzett az Fémipari Kutatóintézet, a BKR és a Kurcsatov Intézet. A Fémipari Kutató intézet 1983-ban szilárdsági vizsgálatokat végzett ezeken az adagokon, kidolgozta a hegesztési technológiát, és ellenőrizte a korróziós tulajdonságokat.

BKR nagyszámú próbatestet munkált ki az előző tartály SZAV-1 anyagából és az új anyagból, valamint ezek hegesztési varrataiból. Ezek egy részét a kutatóreaktorban $3 \cdot 10^{19}$ n/cm² fluenciával besugározták és vizsgálták. Evvel párhuzamosan a Kurcsatov Intézet $2 \cdot 10^{20}$ n/cm² neutron-besugárzás után vizsgálta a mintákat. Mindkét vizsgálat az R-ALMg2.5 ötvözet és hegesztési varratának kiváló szívósságát és sugártűrését bizonyította, jelentős mértékű elridegést nem tapasztalt egyik intézet sem. A párhuzamosan besugárzott SZAV-1 varratánál az Si kivált a szemcsehatárokon, és az ütőmunka a felére csökkent (megjegyzendő, hogy még így is elegendően szívós maradt a biztonságos üzemhez).

Egy kiserelt, korábban 30 évet üzemelt régi tartályt is vizsgáltak. A tartályon sérülést (repedést, korróziós lyukat stb.) nem találtak, a tartály belső szerkezeteinek anyagából kivett mintákon végzett vizsgálatok is azt mutatták, hogy sem korrózió, sem repedés nem jelentkezett, a mechanikai tulajdonságok is megfelelőek voltak. Ezek az eredmények a NAŰ-ben és konferenciákon publikáltak.

Reaktortartály és szerkezeti elemeinek aktuális állapota:

A reaktortartály anyagának öregedéskezelésénél a következő hatásokat vették figyelembe:

- a) a szerkezeti anyag korróziója;
- b) a szerkezeti anyag termikus öregedése;
- c) a szerkezeti anyag kis- és nagyciklusú fáradása;
- d) a szerkezeti anyag sugárkárosodása.

Korrózió

A nagy tisztaságú alumínium bázison készített R-ALMg2.5 ötvözet az egyik korrózióinak legjobban ellenálló alumíniumötvözet. Hasonló ötvözetrel több évtizedes üzemi tapasztalatok állnak rendelkezésre (pl. a KÖFÉM-ben Nautál néven gyártottak hasonló, de kevésbé tiszta ötvözetet, amelyet a hajógyártásban –vízibuszok, vitorlások használnak a mai napig, és nincs jelentős korrózió a szennyezett felszíni vizeken évtizedek után sem). A kutatóreaktorok tartályain két helyen lehetséges korrózió: a fenéken, ha vas tárgyat ejtenek bele, és az mozdulatlanul ott marad (ez a nagy vízforgalom miatt a VVRSz-M típusú reaktorban nem lehetséges), és a vízfelszín közelében, ahol hol vízzel, hol levegővel érintkezik a szerkezeti anyag. A Budapesti Kutatóreaktor vize tiszta és átlátszó, így minden zónarendezésnél a fedél alatt és a vízfelszín közelében végrehajtanak egy alapos szemrevételezéses korróziós vizsgálatot. Az eddigi vizsgálatok során korróziót, illetve korrózióra utaló jelenséget (felületi elszíneződést, lyukat, korróziós termék lerakódást stb.) nem érzékelték.

Szerkezeti anyag termikus öregedése

Az alumíniumötvözetek termikus öregedése a kiválásos felkeményedés utolsó szakasza. Ez a felkeményedés igen jellemző az ALMgSi ötvözetekre, de nem jellemző az eutektikus összetételű ALMg2.5 ötvözetre és hegesztési varratára. A termikus öregedés szobahőmérsékleten is befejeződik egy-két év alatt, a reaktor üzemi hőmérsékletén ennél hamarabb. A reaktor időszakos ellenőrző próbatest készlete (lásd részletesen a sugárkárosodás pont alatt) az újraindulástól két és fél évig volt a reaktorban. Az esetleges termikus öregedést így a próbatest készlet monitorozta a sugárkárosodással együtt.

A szerkezeti anyag kis és nagyciklusú fáradása

A tartályterhelés majdnem statikus, a benne levő víz súlya a mértékadó terhelés. Az üzembe helyezés óta csupán három alkalommal lett a tartály teljesen leürítve és feltöltve. Így kisciklusú fáradással nem kell számolni. A tartály üzem közben nincs vibrációnak kitéve, így nagyciklusú fáradással sem kell számolni. A csővezetékek vibrációját a reaktor üzembe helyezésekor

gyorsulásméréssel ellenőrizték, s a mérések alapján kijelenthető, hogy az üzemi rezgések sokkal kisebbek, mint ami a cső vagy a tartálycsonk fáradását okozhatná.

A szerkezeti anyag sugárkárosodása

A sugárkárosodás és termikus öregedés ellenőrzésére és a tervezési adatok igazolására a rekonstrukció tervezése keretében ellenőrző vizsgálati programot dolgozott ki BKR. A program szerinti próbatestkészletet a reaktortartály gyártása során azonos anyagból és gondosan jelölve elkészítették. A reaktorba a rekonstrukció utáni indítás előtt ennek megfelelően az alábbi próbatestkészleteket helyezték el:

- A tartályfal lemezanyagából 16 db 10*10*55 mm-es Charpy V próbatest. Jele: E.
- A tartályfal zónával azonos magasságban fekvő gyűrűjének hosszvarratához készített próbalemezről 16 db 10*10*55 mm-es Charpy V próbatest. Jele: V.
- A 4. vízszintes csatorna anyagából kivágott kivett 16 db 10*10*55 mm-es Charpy V próbatest. Jele: Z.
- A zónarács anyagából kivett 16 db 10*10*55 mm-es Charpy V próbatest. Jele: X.

A fenti próbatestkészletből 8-8 db-ot tokozta be egy-egy szabványos alumínium besugárzó tokba. A tokokon furatok biztosították a víz átfolyását, így a próbatestek felülete közvetlen érintkezett a vízzel. A próbatestek 36 hónapot töltöttek a reaktorban és a próbatest készletek kivétele után a mintadarabok felületén semmiféle korróziót nem találtak. Az összes besugárzási idő 6216 óra volt, a számított fluens $3.38 \cdot 10^{20}$ n/cm² E>1 MeV illetve $4.95 \cdot 10^{20}$ n/cm² E>0.5 MeV volt. A besugárzás hőmérséklete megfelelt a reaktor üzemi vízhőmérsékletének.

A besugárzott próbatestekkel egyidőben azonos mennyiségű besugárzatlan mintát is vizsgáltak, így közvetlen összehasonlításra is sor kerülhetett.

– **Charpy vizsgálatok**

A vizsgálatokat a kivett mintakészleten a BKR telephelyen lévő anyagvizsgáló laborban lévő 300 J-os szabványos hitelesített műszerezett ütőművel hajtották végre 20 és 80 °C hőmérsékleten (ami megfelel az üzemi hőmérséklet két szélső értékének).

A vizsgálati eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze:

Charpy vizsgálatok eredményei

Anyag	Jel	Fluencia [10^{20} n/cm ² E>0.5 MeV]	Vizsgálati hőmérséklet [°C]	Charpy energia* [J]	Dinamikus folyás- határ**
Tartályfal	E	0	20	101	78
			80	91.75	71
		4.95	20	149.2	101
			80	149.0	101.6
Zónarács	X	0	20	107.3	69.5
			80	104	71.5
		4.95	20	148.5	86
			80	155.5	92
Vízszintes csatorna	Z	0	20	109.0	73.5
			80	102.0	66
		4.95	20	142.5	95.4
			80	139.0	107
Hegesztés	V	0	20	60.3	74
			80	56.3	71.5
		4.95	20	62.5	102.5
			80	51.3	103

*4 próbatesten mért átlag

**A Charpy görbékből számítva

Megállapítások és következtetések a tartály öregedésével kapcsolatban

A lágy állapotban beépített anyagoknál (zónarács, vízszintes csatorna anyaga) jelentősen növekedett a szívósság, míg a hengerelt falanyagnál és a hegesztési varratnál a változások a Charpy mérés szórásán belül maradtak, azaz károsodást nem lehetett kimutatni. Valamennyi mért érték jelentősen meghaladta a 27 J átlagot, és a legalacsonyabb egy próbatesten mért ütmunka is több mint 2-szer nagyobb volt, mint a minimálisan előírt 20 J érték.

A műszeres ütmű vizsgálat értékelése azt mutatta, hogy a dinamikus folyáshatár megnőtt, és a törésig elszenvedett deformáció csökkent a besugárzott próbatestekben. A törés azonban minden esetben nagymértékű képlékeny deformáció után következett be, a próbatestek jelentős része csak elhajlott és nem tört el. Instabil repedésterjedést egyetlen próbatesten sem lehetett találni. A próbatestek közvetlenül a zóna mellett helyezkedtek el, a besugárzás számított és mért értéke jelentősen meghaladta a tartályfal és a tartályfal hegesztési varrataira (beleértve a zónarács felhegesztését is) 30 évi üzem után számított fluens értékét (3×10^{20} n/cm² E>0,5 MeV). Megjegyzendő, hogy a tervezési dokumentáció 20 MW teljesítménnyel számolt, és a reaktor a rekonstrukció óta csak 10-10,2 MW teljesítménnyel jár, ami vártnál 50%-al kisebb károsodást jelent. Az eredmények alapján, a tervezési célkitűzésnek megfelelően kijelenthető, hogy a tartály szilárdsági és integritási szempontból is legalább 30 évi üzemre megfelelő.

A közel 10 évi adat- és eseményrekordokat feldolgozva kijelenthető, hogy a reaktor tartályban az eddigi szemrevételező vizsgálatok során korróziót, illetve korrózióra utaló jelenséget nem érzékelték. A reaktor időszakos ellenőrző próbatest-készletén termikus öregedés, illetve sugárkárosodás jeleit nem érzékelték. Kis- és nagyciklusú fáradással a kisszámú tartályleürítés, illetve a tervezettnél sokkal kisebb mechanikai rezgések miatt nem kell számolni. A mintegy 30 évi üzemnek megfelelő fluens értékkel besugárzott próbatestkészleten végzett vizsgálatok alapján kijelenthető hogy a tartály és szerkezeti elemei szilárdsági és integritási szempontból is legalább 30 évi üzemre megfelelőek.

05.3 A hatóság megállapításai és következtetései a reaktortartályok öregedéskezelésével kapcsolatban

Az OAH felülvizsgálta a Paksi Atomerőmű által benyújtott információkat, és összehasonlította a hatósági tevékenysége, elsősorban az üzemidő-hosszabbítás keretében elvégzett engedélyezés és ellenőrzések során rendelkezésére bocsátott és megszerzett információkkal. A vizsgálat alapján a leírtak összhangban vannak az OAH ismereteivel.

Mindezek alapján kijelenthető, hogy a létesítmény reaktortartályai esetében folytatott öregedéskezelési gyakorlat összhangban van a magyar jogszabályokkal, és megfelel a mértékadó nemzetközi követelményeknek. A Paksi Atomerőmű a reaktortartályok minden előírt és ismertté vált öregedési mechanizmusát kezeli, monitorozza, és felkészült a potenciálisan megjelenő degradációk azonosítására, kezelésére is. A reaktortartály öregedéskezelési programjainak elvégzett módosításai hatékonyan járultak hozzá az érintett romlási folyamatok megelőzéséhez, követelményeknek megfelelő kezeléséhez. A reaktortartály öregedéskezelése keretében végzett, illetve kapcsolódó tevékenységek biztosítják, hogy ne ériék el a szilárdsági számítások során meghatározott ciklusokat.

A blokkok üzemidő-hosszabbítása keretében a hatósági feltételek kielégítése érdekében a Paksi Atomerőmű a meglévő programok és tevékenységek mellé a reaktortartályok állapotának még szorosabb követéséhez kiegészítő felügyeleti programot dolgozott ki. Ez lehetővé teszi a neutronsugárzás hatásának még pontosabb monitorozását, a számítások validációjának további javítását. A fluencia tényleges alakulását, illetve az intézkedések eredményeit a próbatestek vizsgálatát követően várhatóan 2019-2020-ben újraértékelik.

A közelmúlt nemzetközi tapasztalatai tükrében kiemelendő, hogy a Paksi Atomerőmű reaktortartályok külső és belső felülete felőli vizuális, ultrahangos és a belső felület felőli örvényáramos vizsgálata az időszakos vizsgálati program része. E vizsgálatok sajátossága, hogy a terjedelmük a hegesztett kötésekre, azok környezetére, illetve a zónával szembeni alapanyag hengeres részre is kiterjed. A roncsolásmentes vizsgálatok az ENIQ módszertan szerint végrehajtott minősített vizsgálatok.

A BKR-reaktortartály öregedéskezelési gyakorlata teljesíti az elvárásokat és a hazai követelményeket. A paraméterek követése és értékelése megfelelő, az élettartamra elvégzett értékelés megalapozott és körültekintő volt. A hatóság elfogadja az engedélyes következtetését, miszerint a tartály élettartama legalább 30 év.

06. Kalandria tartályok (CANDU)

Magyarországon nem üzemel ilyen reaktor.

07. Beton konténment szerkezetek

Paksi Atomerőmű

07.1 A beton konténment szerkezetek öregedéskezelésének bemutatása

A paksi konténmentek vasbeton szerkezetűek. Az építmények, szerkezetek területén alkalmazott öregedéskezelési terjedelemmel, az anyag és szerkezet szerinti főcsoportokkal és a főcsoportokon belüli szerkezeti elem csoportokkal a [02.3.1.3. alfejezet](#) már foglalkozott.

A beton konténment szerkezetek öregedéskezeléséhez építmény-programok és szerkezet-programok készültek. Mindkét programfajta ugyanazokat a szerkezeti elem csoportokat, ill.

főcsoportokat használja. A szerkezeti elem csoportok romlási folyamatait, a várható hatásokat és ezek kezelési módját tartalmazzák a szerkezet-programok. Az építmény-programok a szerkezet-programokat azzal egészítik ki, hogy egy-egy adott építményre meghatározzák a szerkezet-programok végrehajtásának konkrét feltételeit, kereteit, logisztikai szempontjait stb. Ennek megfelelően az építmény-programok építmény specifikus előírásokat tartalmaznak a szerkezeti elem csoportokra vonatkozó kritikus helyekkel; és a szerkezeti-programokban nem, vagy nem teljes körűen kezelt kiegészítő ÖK-tevékenységeket írnak elő.

07.1.1 A beton konténment szerkezetek öregedéskezelésének terjedelme

07.1.1.1. A beton konténment szerkezetek ÖK terjedelme meghatározásának módszere és kritériumai

A beton konténment kialakítását a [07.1.1.1-1. melléklet](#) ábrája szemlélteti. A beton konténment szerkezetek öregedéskezelése az Üzemi főépület reaktorüzem ÉÖKP-B-002 építmény-program, továbbá a hozzá rendelt, a 07.1.1.1-1 Táblázat szerinti szerkezet-programok keretében valósul meg.

07.1.1.1-1. táblázat: A beton konténment szerkezeteknél alkalmazott szerkezet-programok listája

Nyilvántartási szám	Szerkezet-ÖKP címe
ÉÖKP-A-002	Alapozás ÖKP
ÉÖKP-A-006	Cső- és kábeltartó szerkezet ÖKP
ÉÖKP-A-016	Nyílászáró ÖKP
ÉÖKP-A-018	Rozsdamentes acéllemez ÖKP
ÉÖKP-A-013	A hermetikus tér tömörsége ÖKP
ÉÖKP-A-001	Acélszerkezet ÖKP
ÉÖKP-A-004	Bevonatok ÖKP
ÉÖKP-A-005	Vasbeton szerkezetek bórsavas korróziójának felügyelete ÖKP
ÉÖKP-A-008	Építménymozgások monitorozása ÖKP
ÉÖKP-A-011	Gépalap fáradás okozta degradációja ÖKP
ÉÖKP-A-012	Hermetikus burkolat ÖKP
ÉÖKP-A-015	Magas hőmérsékletű beton ÖKP
ÉÖKP-A-019	Tömítés ÖKP
ÉÖKP-A-020	Tűzgátló szerkezetek ÖKP
ÉÖKP-A-022	Villamos elosztók, vezénylő-és relétáblák, helyi működtető szekrények ÖKP
ÉÖKP-A-021	Vasbeton felszerkezet ÖKP

A fenti ÖK-programok a következő szerkezetekre vonatkoznak:

Vasbeton szerkezetek (normálbeton és biológiai védelmi célú nehézbeton szerkezetek, a betonacélt és a beágyazott acélbetéteket is beleértve)

- Alépítményi környezetben lévő vasbeton alaplemez és falak;
- Építményen kívüli környezetnek kitett vasbeton felszerkezetek, falak, födémek;
- Alépítményi környezetben és építményen belüli környezetben lévő gépalapok;
- Építményen belüli környezetben lévő vasbeton felszerkezetek, vasbeton falak és födémek.

Acélszerkezetek (ötvözetlen és gyengén ötvözött acélból, építményen kívüli környezetben)

- Acélrácsos tartók a lokalizációs tornyok között (ezek a tartók a földrengésállóság javítására kerültek beépítésre).

Acélszerkezetek (ötvözetlen és gyengén ötvözött acélból, építményen belüli környezetben)

- „Acélcéllás” falak és födéme acél elemei, acél tartószerkezetek és burkolatok a lehorgonyzó szerkezetekkel együtt;
- Hermetikus burkolat;
- Acéltartók és azok csavarkötésű kapcsolatai;
- Nyílászárók (biológiai védelmi ajtók és tűzgátló ajtók) és falátvezetések acél elemei, hegesztési varratai;
- Gépészeti és villamos berendezések acél tartószerkezetei.

Acélszerkezetek (rozsdamentes acélból, építményen belüli környezetben)

- Helyiség burkolatok;
- Speciális csatornák (drain lines).

Bevonatok

- Dekontaminálható bevonatok;
- Korrózió elleni védelmi bevonatok;
- Tűzvédelmi bevonatok.

Tömítések

- Nyílászárók tömítései;
- Dilatációk áthidaló szalagjai;
- Burkolatok, csatlakozások tömítései.

Megállapítható, hogy a 4.12. sz. útmutató [15] szerinti, a konténment szerkezetekre vonatkozó terjedelmet a PAE fenti öregedéskezelési programjai teljes mértékben lefedik.

07.1.1.2. A romlási folyamatok meghatározása

A romlási folyamatok meghatározása a 4.12. sz. útmutatóban [15] foglaltak, a saját és a nemzetközi üzemi tapasztalatok, a mértékadó nemzetközi szakirodalom feldolgozásával történt. Ezek részletes áttekintését a megfelelő hivatkozásokkal ellátva a [49] és [50] magyar nyelvű dokumentumok tartalmazzák. Újabb romlási folyamatok a legújabb saját és nemzetközi tapasztalatok, NAÜ, ACI, US NRC, EPRI stb. dokumentumok figyelembevételével történő rendszeres felülvizsgálatok során kerülnek / kerülhetnek be a programokba.

07.1.2 A beton konténment szerkezetek öregedési értékelése

A következő alfejezeteket a mintaként ismertetésre javasolt beton konténment szerkezetekhez tartozó komponensek, úgymint

- a beton konténmentben alkalmazott beton;
- acélbetétek (betonvas);
- feszítő rendszer²;
- burkolat;
- a burkolat és a beton konténment szerkezet kapcsolatai: pl. horgonypontok (acél elemei);
- vízzárak, tömítések, szigetelések és védőbevonatok

² A PAE-nél nem alkalmaztak feszített betonszerkezeteket.

öregedéskezelési gyakorlatának példáit alapul véve állították össze, figyelembe véve a VVER-440 típusú atomerőművi blokkok reaktorait befogadó építmény sajátosságait.

07.1.2.1. Öregedési folyamatok és elfogadási kritériumok

A konténmentben alkalmazott betonra (az acélbetéteket is beleértve), a hermetikus burkolatra, az acélelemekre, vízzárakra, tömítésekre, szigetelésekre, védőbevonatokra meghatározott romlási folyamatokat és a jelentkező öregedési hatásokat az Üzemi főépület reaktorüzem ÉÖKP-B-002 építményprogram ismerteti, az elfogadási kritériumokat a program alá rendelt, a [07.1.1.1.-1 Táblázat](#) szerinti szerkezet-ÖKP-ok tartalmazzák a következők szerint.

Beton (acélbetéteket is beleértve)

A jelentkező öregedési hatások az **anyagfogyás, repedésképződés** és az **anyagtulajdonság-változás**, amelyekhez a következő romlási folyamatok tartoznak: **fagyás-olvadás, acélbetétek korróziója, egyenlőtlen süllyedés, magas hőmérsékleti hatás, fáradás, Ca(OH)₂ kilúgozódás, kémiai hatás, besugárzás.**

Az elfogadási kritériumok a következők:

- A beton szilárdsága feleljen meg a tervezett értékeknek;
- A repedéstágasságok a különböző környezeti hatásoknak való kitettségeknél ne haladják meg az MSZ EN 1999-1-1:2007/A1:2010 [51] és az ACI 349.3R-02 [52] dokumentumok szerinti értékeket;
- Az acélbetétek korróziója nem megengedett;
- A felületi hibák és méreteik alapján a különböző felületi károsodási fokozatokba történő besorolásokat az ACI 349.3R-02 [52] dokumentum alapján kell végrehajtani;
- A vizuális vizsgálat eredményétől függően lehet szükség helyszíni műszeres vizsgálatokra, magminták vételére és laboratóriumi vizsgálatára, amelyekhez specifikus elfogadási kritériumok tartoznak.

A bóros víz hatásának kitett nehézbeton szerkezetekre további kritériumok is vonatkoznak, pl.:

- A betonfelületen ne legyenek fészkek, pangó folyadékkal teli üregek;
- Az acélbetétek fedettsége mindenütt legalább 30 mm legyen;
- A felületi anyagvesztés ne lépje túl az egész felületre vonatkozó 3%-ot;
- A bórtartalom ne haladja meg a cementtartalom 1%-át.

Hermetikus burkolat

A jelentkező öregedési hatások az **anyagfogyás, repedésképződés, mechanikai alakváltozás** és az **anyagtulajdonság-változás**, amelyekhez a következő romlási folyamatok tartoznak: **általános korrózió, réskorrózió, bórsavas korrózió, besugárzás.**

Az elfogadási kritériumok a következők:

- A bevonat megfelelősége;
- A korróziós anyagfogyás max. 10% lehet;
- Repedés nem fordulhat elő.

Acélelemek

A jelentkező öregedési hatások az **anyagfogyás, repedésképződés** és az **anyagtulajdonság-változás**, amelyekhez a következő romlási folyamatok tartoznak: **általános korrózió, réskorrózió, lyukkorrózió, bórsavas korrózió, feszültségkorrózió, kopás, besugárzás.**

Az elfogadási kritériumok a következők:

- A bevonat megfelelősége;
- A szerkezeti vastagság 4%-át nem meghaladó anyagfogyás;
- Repedés nem fordulhat elő.

A szerkezeti vastagság 4%-át meghaladó anyagfogyás esetén az állapot értékeléshez szakértő bevonása szükséges.

Vízzárak, tömítések, szigetelések

A jelentkező öregedési hatások az **anyagfogyás, repedésképződés** és az **anyagtulajdonság-változás**, amelyekhez a következő romlási folyamatok tartoznak: **mechanikai hatás, kémiai hatás, mikrobiológiai hatás, magas hőmérséklet hatása, besugárzás.**

Az elfogadási kritériumok a következők:

- Mechanikai és égési sérülésektől, repedésektől való mentesség;
- Az eredeti alapszín nem változhat;
- Gomba- és szennyezőanyag-mentesség;
- A Shore keménység $\pm 10\%$ -on belül térhet el az alapbizonylatolt értéktől.

Bevonatok

A jelentkező öregedési hatások az **anyagfogyás, repedésképződés** és az **anyagtulajdonság-változás**, amelyekhez a következő romlási folyamatok tartoznak: **mechanikai hatás, kémiai hatás, mikrobiológiai hatás, magas hőmérséklet hatása, besugárzás.**

Az elfogadási kritériumok a következők:

- Fakulás, mattulás nem megengedett;
- Mechanikai és égési sérülésektől való mentesség;
- Repedezettség, felhólyagosodás, lemezes leválás nem megengedett;
- Gombásodás, elszennyeződés nem megengedett;
- Műszeres vizsgálatnál a tapadószilárdság betonfelületen min. 0,7 MPa, acélfelületen min. 2,5 MPa legyen.

07.1.2.2. Szabványok, útmutatók, és gyártóművi dokumentumok

A beton konténment szerkezetek öregedéskezelésénél figyelembe vett főbb dokumentumok a következők:

- OAH 4.12 sz. útmutató [15];
- IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: Concrete Containment Buildings. IAEA-TECDOC-1025, 1998. [7];
- IAEA, Maintenance, Surveillance, and In-service Inspection in Nuclear Power Plants, IAEA No. NS-G-2.6, 2002. [53];
- IAEA, Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors. Final Report, 2007. [54];
- IAEA: Guidebook on Non-Destructive Testing of Concrete Structures, IAEA-TCS-17, 2002. [55];
- ACI 349.3R-02, Evaluation of Existing Nuclear Safety Related Concrete Structures. [52];

- ACI 201.1R-92. Guide for Making a Condition Survey of Concrete in Service [56];
- SEI/ASCE 11-99. Guideline for Structural Condition Assessment of Existing Buildings.[57];
- US NRC, Generic Aging Lessons Learned (GALL Report). NUREG 1801, 2010. [3];
- ASME XI. Subsections IWA, IWB, IWE, IWF, IWL. [11];
- ASTM D5163-05a. Standard Guide for Establishing Procedures to Monitor the Performance of Coating Service Level I Coating Systems in an Operating Nuclear Power Plant, 2005. [58];
- Aging Effects for Structures and Structural Components (Structural Tools) Revision 1. EPRI, Palo Alto, CA: 2003. 1002950. [59];
- The Effect of Elevated Temperature on Concrete Materials and Structures. A Literature Review. Rep. NUREG/CR-6900, 2006. [60].

07.1.2.3. A beton konténment szerkezetek öregedéskezelése során felhasznált K+F programok

A beton konténment szerkezetek öregedéskezelése során felhasznált K+F programokkal kapcsolatban mintaként a nehézbetonok és a normálbetonok állapotának értékelésére irányuló – magminták vizsgálatát is tartalmazó – program főbb eredményei a következők.

A nehézbetonból és a – kötött testsűrűségű – normál vasbetonból készült építési szerkezetek és szerkezeti elemek hosszú távú viselkedésének elemzéséhez roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatokat végeztek a tényleges betonszilárdság, továbbá az acélbetétek és burkolatok öregedési folyamatainak pontosabb megismerése céljából.

A hermetikus térbe beépített két jellemző nehézbeton típus (hematitot, ill. hematitot és acélsöréret együttesen tartalmazó betonok) és a normál – kötött testsűrűségű - kavicsbeton vizsgálatát tartalmazó program keretében az 1. és a 3. blokkok +6,00 m szinten lévő A 201/1-1 és A 201/3-3 helyiségeiben a betont burkoló acéllemezen kivágásokat készítettek, és elvégezték a szabaddá vált betonfelületek helyszíni ellenőrzését. Beton magmintákat is kivettek, és elvégezték a magminták laboratóriumi vizsgálatát. A mintavételezési munkák egyetlen mintavételezési helyen sem jártak a hermetikus burkolat megbontásával. A beton és a betonacélok helyszíni vizsgálata a következőket foglalta magában:

- Szemrevételezés;
- Schmidt kalapácsos vizsgálatok;
- Tapadási vizsgálatok;
- pH-érték meghatározása;
- Az acélbetétek keménységének meghatározása;
- Az acélbetétek átmérőinek ellenőrzése;
- Keménységmérés.

A magminták laboratóriumi vizsgálatai során a következő jellemzőket határozták meg:

- Nyomószilárdság;
- Sűrűség, testsűrűség és porozitás;
- A betonok idegenanyag tartalma;
- Az acél burkolatlemezek állapota.

A vizsgálatok fontos eredményeket szolgáltattak a betonok tényleges szilárdsági jellemzőiről, valamint a betonok, a betonacél és az acélburkolatok öregedési folyamatairól.

E vizsgálatok eredményeit az építmények, építési szerkezetek szakterület öregedéskezelési programjainál és a „Kitüntetett jelentőségű épületek statikai és szilárdsági élettartamkorlát

elemzései”, valamint a „Nehézbeton szerkezetek anyagtulajdonság változásának élettartamkorlát elemzései” c. KIBE-nél is felhasználták.

07.1.2.4. Az üzemeltetési tapasztalat figyelembevétele

Az ÖK-programokban elő van írva a belső üzemi tapasztalatokon túlmenően a külföldi atomerőműves, valamint a releváns külföldi és hazai, nem atomerőműves tapasztalatok figyelembe vétele is. A nemzetközi gyakorlat és tapasztalatok áttekintésének elősegítésére a teljes területről átfogó képet bemutató magyar nyelvű köteteket dolgoztak ki (ld. a 07.1.1.2. alfejezetről). Ezen túlmenően bizonyos területekre koncentrálnak dokumentumokat készültek (pl. a VVER konténmentekre vonatkozóan), ill. készülnek (pl. a bóros víz szivárgások vasbeton szerkezetekre gyakorolt hatásával stb. kapcsolatban). A saját üzemi tapasztalatok hasznosításánál fontos szerepe van annak, hogy kijelöljék és aktualizálják azokat a kritikus helyeket, amelyekre a vizsgálatoknál mindig kiemelt figyelmet kell fordítani, beleértve a romlási folyamatok előrehaladásának meghatározását is.

07.1.3 A beton konténment szerkezetek monitorozási, tesztelési, mintavételezési és vizsgálati tevékenységei

E fejezet a következő két területtel foglalkozik: Tevékenységek, módszerek, vizsgálati gyakoriságok (07.1.3.1. alfejezet) és a vizsgálati történet figyelembevétele (07.1.3.2. alfejezet). A különböző öregedési folyamatokhoz és öregedési hatásokhoz tartozó elfogadási kritériumokat a 07.1.2.1. alfejezet ismerteti.

07.1.3.1. Tevékenységek, módszerek, vizsgálati gyakoriságok

A [07.1.2. alfejezet](#) szerinti komponenseknél a következő vizsgálatokra és vizsgálati gyakoriságokra kerül sor.

Beton (acélbetéteket is beleértve)

- Süllyedésvizsgálat 1 éves gyakorisággal.
- Talajvíz vízkémiai vizsgálata 1 éves gyakorisággal.
- Vizuális vizsgálatok max. 5 éves gyakorisággal. A vizsgálatok a bóros víz szivárgási nyomok feltérképezését is tartalmazzák. Amennyiben a vizuális vizsgálati eredmények indokolják, akkor műszeres vizsgálatokra, magminták vételére és vizsgálatára is sor kerül.
- Repedésvizsgálatok, repedésmonitorozás, repedéstérképek készítése 2 éves gyakorisággal.
- A bóros víz szivárgások hatásának kitért normálbeton és nehézbeton szerkezeteknél max. 5 évenként ciklikus vizsgálatok végzése a blokkonként kialakított 3-3 db vizsgálóablaknál. E vizsgálatok vizuális vizsgálatból, helyszíni műszeres vizsgálatokból, furatminták vételéből és laboratóriumi vizsgálatából állnak.

Hermetikus burkolat

- Integrális tömörségvizsgálat 15 havonta.
- Lokális tömörségvizsgálatok 15 havonta.
- Vizuális ellenőrzés, a burkolat ultrahangos vastagságmérésével kiegészítve, az anyagfogyás felderítésére, 5 éves gyakorisággal.

Acélelemek

- Vizuális vizsgálat, 5 éves gyakorisággal.

Vízzárak, tömítések, szigetelések, bevonatok

- Vizuális vizsgálat, 5 éves gyakorisággal. Amennyiben a vizuális vizsgálat eredménye alapján indokolt, akkor helyszíni műszeres mérésekre (tapadószilárdság mérésre, keménységmérésre stb. is sor kerül).

A fenti vizsgálati tevékenységek jelentős részét „harmadik fél által minősített szervezetek” – amelyek a tématerület szakértő szervezetei – végzik. A vizsgálatokról és az eredmények értékeléséről részletes Öregedéskezelési Jelentés dokumentumok készülnek.

07.1.3.2. A vizsgálati történet figyelembevétele

A trendfigyelésre és a fokozatos romlásra tipikus példák:

- a vasbeton szerkezeteknél a repedésmonitorozás a repedéstérképek aktualizálásával;
- az épületsüllyedés monitorozása és értékelése;
- a betonban megjelenő bóros víz szivárgások hatásának a rendszeres vizsgálata és értékelése vizsgálóablakok használatával stb.

További fontos tevékenységek:

- a nem várt romlások azonosítása;
- a legújabb nemzetközi és saját tapasztalatok felhasználása;
- a helyszíni vizsgálatokra épülő szakértői elemzések;
- a nem építészeti területen tapasztalt folyamatoknak, jelenségeknek a figyelembevétele.

07.1.4 Megelőző és helyreállító intézkedések beton konténment szerkezetek esetén

07.1.4.1. Megelőző intézkedések

A megelőző intézkedéseket a vonatkozó építményprogramok és szerkezetprogramok tartalmazzák.

A beton konténment szerkezetekkel kapcsolatos néhány jellemző példa:

- Hermetikus burkolatnál az integrális tömörségvizsgálat során észlelt kisebb hibák javítása, a zsilipajtóknál végzett depressziómérések eredményei alapján végzett javítások.
- Az alépítményi vasbeton szerkezetekhez kapcsolódóan a talajvíz vízkémiai összetételének rendszeres vizsgálata, monitorozása az agresszivitás értékeléséhez (az eddigi eredmények szerint a PAE-nél a talajvíz nem agresszív, a pH-érték, a kloridion és a szulfácion koncentráció távol esik az agresszívnek tekinthető határértékektől).
- A vasbeton szerkezetekbe jutó bóros víz szivárgások monitorozása, minimalizálása, ill. megszüntetése, ami a vasbeton és nehézbeton szerkezetek (beleértve az acélburkolatokat is) bóros víz által okozott károsodásának kezelését, ill. a megelőzését segíti elő.
- Az acélszerkezeteknél a bevonatrendszer megfelelő állapotban tartása a korrózió megelőzése céljából.
- A vasbeton és az acélszerkezeteknél, valamint a bevonatoknál is fontos megelőző intézkedésnek minősül a kisebb hibák időben történő kijavítása, mivel ezzel megelőzhető a nagyobb hibák kialakulása.

A megelőző intézkedések végrehajtását az építményt, szerkezetet kezelő műszaki szervezetnek kell kezdeményeznie. Az intézkedéseket az erőmű karbantartási gyakorlatára, ill. az egyedi

szakértői vélemények figyelembevételére, kezelésére vonatkozó előírások alapján kell elrendelni. (A szervezeten belüli felelősségeket a [02.3.1. alfejezet](#) ismerteti).

07.1.4.2. Javító intézkedések

A különböző javító intézkedéseket a vonatkozó építményprogramok és szerkezetprogramok tartalmazzák. Az összetettebb eseteknél az intézkedések előkészítéséhez egyedi szakértői vélemény, elemzések és részletes tervdokumentációk készülnek.

A beton konténment szerkezetekkel kapcsolatos néhány jellemző példa:

- Dekontaminálható bevonatok foltszerű javítása, ill. új bevonatok kialakítása. A végrehajtás típus-tervdokumentáció alapján készül.
- Szénacél védő burkolatok foltszerű javítása, ill. cseréje. A végrehajtás típus-tervdokumentáció alapján készül.
- Hermetikus burkolat korróziós károsodás miatti javítása. A végrehajtás típus tervdokumentáció alapján készül. (Jelentős mértékű korróziós károsodás eddig lokálisan, egy helyen fordult elő a 3. blokknál. Itt a burkolat a betonfödémén, felbeton réteg alatt helyezkedik el. A felbetonban haladó, a pihentető medence hűtőköri vezetékéből szivárgó, nagy oxigéntartalmú bóros víz közvetlenül a burkolatra folyt rá, és azon kb. 52 x 24 mm méretű átllyukadást eredményezett. A javítás új lemezrész felhegesztésével történt.)
- Beton felületi károsodások, acélburkolatok és lehorgonyzásuk javítása. Az eddigi legjelentősebb károsodások az A301/2-2 és az A301/3-3 helyiségek nehézbeton padlófödémjeinek egy-egy alsó felületrészénél alakultak ki. Ezek a födémek 800 mm magas, a helyszínen összehegesztett szénacél gerendaráccsal készültek. A födémbe építették be a főkeringtető szivattyúk és a főelzáró tolózárok elhelyezését biztosító acélgyűrűket, amelyeket acélelemek alkalmazásával a gerendarácshoz hegesztettek, ill. bekötöttek a gerendák és a gyűrűk közötti teret kitöltő 3650 kg/m³ térfogatsúlyú, alsó és felső vasalással készült nehézbetonba. A részletes állapotvizsgálati eredmények figyelembevételével készült tervdokumentációk alapján a károsodott beton-rész helyére nehézbetont injektáltak, továbbá a szénacél védőburkolat és az azt lehorgonyzó elemek cseréjére is sor került. A folyamatban lévő elemzések és vizsgálatok eredményeinek figyelembevételével a vonatkozó öregedéskezelési programoknál várhatóan kiegészítésekre kerül majd sor.

A javító intézkedésekre vonatkozó előírások főbb elemei a következők:

- Az elvégzett vizsgálatokra épülő szakértői elemzés alapján kell dönteni a szükséges műszaki és/vagy adminisztratív intézkedésekről.
- Az egyes szerkezeteknél javító, ill. helyreállító intézkedésekre van szükség a következő esetekben:
 - A vizsgálatok alapján olyan mértékű további károsodások várhatók, amelyek a szerkezeti elem tervezett funkciójának teljesülését veszélyeztethetik a következő vizsgálatig terjedő időszakban.
 - A trend a megfeleléségi kritériumtól való eltérést jelez.
 - A szerkezeti elem már olyan mértékben károsodott, ami a tervezett funkciójának teljesülését veszélyezteti.
- A javító intézkedések végrehajtását az építményt, szerkezetet kezelő műszaki szervezetnek kell kezdeményeznie.

- Az intézkedéseket az erőmű karbantartási gyakorlatára, ill. az egyedi szakértői vélemények figyelembevételére, kezelésére vonatkozó előírások alapján kell elrendelni. (A szervezeten belüli felelősségeket a [02.3.1. alfejezet](#) ismerteti).

07.2 Tapasztalatok és felülvizsgálatok eredményei beton konténment szerkezetek öregedéskezelésében

07.2.1. A kezelendő romlási folyamatok értékelése

A beton konténment szerkezeteknél a romlási folyamatok fejlődésének, kezelésének értékelését a [07.1.1.1-1. Táblázat](#) szerinti szerkezet-ÖKP-okhoz, kapcsolódóan foglaljuk össze.

1. Alapozások

Az építmény alapozásánál romlási folyamatra utaló jeleket nem tapasztaltak. (A talajvíz nem agresszív.)

2. Cső- és kábeltartó szerkezetek

Romlási folyamatok nem jellemzőek, a folyamatok megelőzése és a kisebb hibák javítása a szokványos karbantartással történik.

3. Nyílászárók (védelmi ajtók)

A biológiai védelmi ajtóknál a romlási folyamatok nem jellemzőek, megelőzésük a szokványos vizsgálatokkal és karbantartással történik (pl. néhány helyen a menetes zárszerkezet pótlására került sor). A tűzvédelmi ajtókon tapasztalható – főként a használatból fakadó – sérülések javítása ütemezetten történik.

4. Rozsdamentes acéllemez

A helyiségek rozsdamentes acéllemez burkolatán csak elhanyagolható mértékű lokális károsodások tapasztalhatók.

5. A hermetikus tér tömörsége

Az integrális tömörségvizsgálatok szerint a konténmentek tömörsége megfelelő, és csak kismértékű változásokat mutat. A kisebb lokális szivárgási helyek azonosítását (pl. tömítéseknel) és az azonosított tömörtelenségek megszüntetését rendszeresen végzik.

6. Acélszerkezetek (ötvöztelen és gyengén ötvözött acélból)

Romlási folyamatok nem jellemzőek, megelőzésük a szokványos vizuális vizsgálatokkal és karbantartással (a bevonatsérülések javításával, szükség szerint új bevonat készítésével stb.) történik.

7. Bevonatok

A dekontaminálható bevonatokról megállapítható, hogy a dekontaminálhatóság kismértékben csökkent, de éves szinten a karbantartás keretén belül ütemezetten végzik a javítást.

8. Vasbeton szerkezetek bórsavas korróziója

A normál vasbeton és a biológiai védelmi célú nehézbeton szerkezetekbe helyenként történő bóros víz szivárgásokat csak csökkenteni sikerült, megszüntetni még nem. A szivárgások intenzitása a fűtőanyag átrakásoknál a legnagyobb mértékű, a szivárgások valószínűleg a medencékből, ill. aknákból és a kapcsolódó komponensekből származnak. Az öregedéskezelés során monitorozzák a szivárgási nyomokat, ill. utakat. A szivárgásoknak leginkább kitett helyeken a normálbeton és a nehézbeton szerkezeteknél blokkonként 3-3 db vizsgálóablak készült, amelyknél 4 kampányonként vizsgálatokra és értékelésekre került, ill. kerül sor a

bóros víz szivárgások betonra, betonacélra, acélbetétekre és acélburkolatokra való hatásának a nyomon követésére.

Ezekon kívül számos helyen további magmintavételre és vizsgálatra került sor a normál beton és a nehézbeton szerkezeteknél. Az üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy a nehézbeton szerkezeteknél a romlási folyamatok gyorsabbak, mint a normálbetonnál. Az eddigi legjelentősebb károsodások az A301/2-2 és az A301/3-3 helyiségek nehézbeton padlófödémjeinek egy-egy alsó felületrészénél alakultak ki. (E födécek kialakítására vonatkozó főbb információt a 07.1.4.2. alfejezet tartalmazza). A részletes állapotvizsgálati eredmények figyelembevételével készült tervdokumentációk alapján a károsodott beton-rész helyére nehézbetont injektáltak, továbbá a szénacél védőburkolat és az azt lehorgonyzó elemek cseréjére is sor került. A folyamatban lévő elemzések és vizsgálatok eredményeinek figyelembe vételével a vonatkozó öregedéskezelési programokat várhatóan ki kell egészíteni.

9. Építménymozgások

Az üzemi főépületeknél a talaj jellege és a talajvíz szintjének változása miatt egy pontosított talajmodellre épülő süllyedésprognózis és szilárdsági elemzés eredményeihez illesztették a süllyedés mérési pontokra vonatkozó elfogadási kritériumokat. Ezek a kritériumok a korábbi, egyszerűsített kritériumoknál megalapozottabbak, és jobban illeszkednek a valóságos folyamatokhoz. A mérések igazolják, hogy a talaj konszolidálódási folyamata jelentősen lelassult, ma már főleg csak a talajvízszint szezonális ingadozásából eredő hatása befolyásolja a függőleges mozgásokat. A mért süllyedések az épület funkcióját nem veszélyeztetik.

10. Gépalapok

Romlási folyamatok nem jellemzőek, a folyamatok megelőzése és a kisebb hibák javítása a szokványos karbantartással történik.

11. Hermetikus burkolat

A hermetikus burkolat hozzáférhető oldalán a különböző szerkezeti elemek csatlakozásánál helyenként a bevonat repedezett, ill. károsodott. Itt a hermetikus burkolaton általános felületi korrózió alakul ki. Ha ezeken a helyeken bóros víz szivárgás is történik, akkor bórsavas korrózió lép fel. Ezeknek a bevonat hibáknak a kijavítása folyamatosan történik. A hermetikus burkolat hozzáférhető oldaláról végzett ultrahangos vastagságmérések szerint a burkolat vastagságának csökkenése a legtöbb mérési pontnál kisebb a megfelelőségi kritérium 10 %-os értékénél. Viszonylag kevés pontban, lokálisan fordul elő 10%-ot meghaladó vastagságcsökkenés, a legnagyobb érték is kisebb 15%-nál. Az eltérések helyére végzett ellenőrző számítások alapján megállapítható, hogy a hermetikus burkolat a funkcióját ellátja.

12. Magas hőmérsékletű beton

Romlási folyamatok nem jellemzők, a magasabb hőmérsékletű átvezetések hűtve vannak.

13. Tömítések

A tömítések élettartama (ameddig a funkciójukat maradéktalanul képesek ellátni) általában megfelel az általános elvárásoknak. Az elhasználódott, meghibásodott tömítéseknel cserére kerül sor (pl. biológiai védelmi ajtóknál, szerelőnyílásoknál stb.).

14. Tűzgátló szerkezetek

A jellemzően használatból adódó romlási folyamatok mérsékeltek, a kisebb javításokat a karbantartás keretében végzik.

15. Villamos elosztók, vezénylő- és relétáblák, helyi működtető szekrények

Romlási folyamatok nem jellemzőek, a folyamatok megelőzése és a kisebb hibák javítása a szokványos karbantartással történik.

16. Vasbeton felszerkezet (normálbeton és nehézbeton)

A legjelentősebb romlási folyamat a bóros víz szivárgások hatására alakul ki (ld. a fenti, 8. sorszámú tételnél leírtakat). A vasbeton felületeknél ezen kívül előfordulnak még kisebb felületi hibák, repedések (gyakorlatilag az összes repedés passzív). Ezeket rendszeresen monitorozzák, indokolt esetben javítják, elsősorban a betonacél korrózió elleni védelme céljából.

07.2.2. Programmódosítások és azok indoklása

Az átfogó ÖKP felülvizsgálatáról és módosításáról részletes ismertetést tartalmaz a [02.4. alfejezet](#). Ezek általánosan vonatkoznak a beton konténment szerkezetek programjaira is. A következőkben ezért csak egy tipikus példa szerepel egy már végrehajtott ÖKP módosításra, valamint egy másik példa egy tervezett módosításra.

Jelentősebb ÖKP-módosításra az Építménymozgások monitorozása ÖKP-nak (ÉÖKP-A-008) az Üzemi főépületek süllyedésvizsgálatával és értékelésével kapcsolatos részeinél került sor. A módosítás célja az volt, hogy az ÖKP-ban alkalmazott megfelelőségi kritériumok verifikált talaj-épület modellel végzett számításon alapuljanak. Az üzemi tapasztalatok is azt támasztják alá, hogy a módosított kritériumok a korábbiaknál megalapozottabbak, és a valóságos folyamatokhoz jobban illeszkednek.

Az üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy a nehézbeton szerkezeteknél a romlási folyamatok gyorsabbak, mint a normálbetonból készült szerkezeteknél, különösen a szivárgásoknak leginkább kitett vízszintes felületek alsó részénél. A folyamatban lévő elemzések és vizsgálatok alapján a vonatkozó öregedéskezelési programoknál várhatóan kiegészítésekre lesz majd szükség az elvégzendő további vizsgálatokkal kapcsolatban.

07.2.3. Az engedélyes megállapításai és következtetései a beton konténment szerkezetek öregedéskezelésével kapcsolatban

A konténmentszerkezetek öregedéskezelési gyakorlata megfelel a hazai szabályzásnak és a mértékadó nemzetközi követelményeknek, ajánlásoknak is, ezt az ÜH engedélyezés előkészítése során végrehajtott SALTO, IAEA, TC és USA független szakértői felülvizsgálatok is alátámasztották. E felülvizsgálatok során a programokkal kapcsolatban csak kisebb módosításokra, kiegészítésekre vonatkozó javaslatok születtek, amelyeket végrehajtottak a programokon. Pl. kibővítették a programokban az „öregedési folyamatokat mérséklő és megelőző intézkedések” című fejezeteket és a vasbeton szerkezetek repedéseinek kezelésével foglalkozó részeket, a vasbeton szerkezetek vizuális vizsgálatainál figyelembe vették a programok kidolgozását követően, 2008-ban megjelent, kibővített ACI 201.1R dokumentum [56] újabb részeit stb.

A tapasztalatok szerint az ÖKP-ok alapján készülő részletes Öregedéskezelési Jelentések - amelyek a vizsgálati eredmények ismertetése és dokumentálása mellett szakértői értékeléseket és javaslatokat is tartalmaznak - hatékonyan járulnak hozzá a romlási folyamatok megelőzéséhez, ill. kezeléséhez, továbbá az ÖKP-oknál célszerű módosítások kidolgozásához.

Továbbra is kiemelt figyelmet kell fordítani a bóros víz szivárgások vasbeton, ill. nehézbeton szerkezetekre gyakorolt hatásának vizsgálatára, elemzésére és kezelésére.

Az üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy a nehézbeton szerkezeteknél a romlási folyamatok gyorsabbak, mint a normálbetonból készült szerkezeteknél, különösen a szivárgásoknak leginkább kitett vízszintes felületek alsó részénél. Így az A301/2-2 és az A301/3-3 helyiségekben az acél tartógerendák közötti nehézbeton térkitöltő födém egy-egy alsó részénél alakultak ki olyan károsodások, amelyeket a károsodott beton helyére történő nehézbeton injektálással, valamint a szénacél burkolat és a lehorgonyzásának a cseréjével állítottak helyre.

A folyamatban lévő elemzések és vizsgálatok alapján a vonatkozó öregedéskezelési programoknál várhatóan kiegészítésekre lesz majd szükség. Tovább kell folytatni a bóros víz szivárgások forrásainak a meghatározására és a szivárgások megszüntetésére irányuló tevékenységet is, valamint javítani kell azok eredményességét.

Budapesti Kutatóreaktor

Nem alkalmazható, nem rendelkezik konténmenttel.

07.3 A hatóság megállapításai és következtetései a beton konténment szerkezetek öregedéskezelésével kapcsolatban

A Paksi Atomerőmű a rendszeres jelentései keretében az OAH-nak elküldött öregedéskezelésről szóló értékelése tartalmazza a vasbeton konténment öregedéskezelési jelentését is. Ezen jelentéseket a hatóság rendszeresen véleményezi, és esetenként az éves ellenőrzési tervének megfelelően hatósági ellenőrzést hajt végre. A hatósági ellenőrzés során ellenőrzi az öregedéskezelési programok teljességét, használatának módját.

Az OAH az atomerőmű üzemidő-hosszabbítása keretében felülvizsgálta az öregedéskezelési programok eredményességét. 2017 során a 4. blokk üzemidő-hosszabbítási kérelmének értékelése keretében az OAH kiemelten vizsgálta a vasbeton konténment szerkezeteinek öregedéskezelését, ehhez külső szakértőt is bevont. Az értékelés kiterjedt az öregedéskezelési tevékenység végrehajtására és szervezetére is.

Megállapítható, hogy az öregedéskezelésben a konténment szerkezetekre előírt terjedelmet a Paksi Atomerőmű öregedéskezelési programjai lefedik. A konténment szerkezetek öregedéskezelési gyakorlata megfelel a hazai szabályzásnak és a mértékadó nemzetközi követelményeknek.

Az OAH az üzemidő-hosszabbítási kérelem kapcsán az öregedéskezelési programban kisebb eltéréseket tárt fel, amelyet az engedélyes javított. Továbbá javaslat született egy új hatósági útmutató készítésére az építészeti öregedéskezelési jelentések tartalmi és formai elvárásaival kapcsolatosan.

08. Előfeszített beton nyomástartók (AGR)

A Paksi Atomerőműben és a Budapesti Kutatóreaktorban ilyen rendszerelemek nincsenek, így a fejezet szándékosan üresen marad.

09. Átfogó értékelés és általános konklúziók

Magyarországon a nukleáris létesítmények öregedéskezelésének szabályozása 2005 óta szerves része a nukleáris biztonsági követelményeknek. Ennek megfelelően mindkét érintett létesítménytípus esetében részletes tervezési és üzemeltetési követelmények találhatók a Nukleáris Biztonsági Szabályzatban. A követelményeket tovább részletezik az atomerőmű esetében az öregedéskezelés tervezésére és üzemeltetési kérdéseire fókuszáló hatósági útmutatók. A hatósági felügyeleti tevékenységbe ennek megfelelően beágyazódott az öregedéskezelés, mint önálló szakterület felügyelete.

Az OAH a nukleáris biztonság Atomtörvény szerint megvalósított folyamatos hatósági felügyeletének minden eszközét alkalmazza az öregedéskezelésre. Az egyes engedélytípusok kérelmezéséhez tartozó tartalmi követelmények az adott életciklusnak vagy tevékenységnek/átalakításnak megfelelően határozzák meg az öregedéskezeléssel kapcsolatos elvárásokat, amelyeket a hatóság az adott engedélyezés keretében vizsgál. A hatósági ellenőrzések kijelölt témakörként is megjelenik az öregedéskezelés, valamint az egyik fajsúlyos szempontja a tízévente végzett időszakos biztonsági felülvizsgálatoknak. A hatósági biztonsági értékelési folyamatban a rendszeres jelentések, az események kivizsgálása nyomán, valamint az engedélyezési, ellenőrzési aktusok eredményeként az OAH szintén górcső alá veszi az engedélyesek öregedéskezelési tevékenységét.

Kiemelendő, hogy mind a követelményekben, mind a hatósági felügyelet során fontos szempont a fokozatos megközelítés elvének figyelembevétele. Ennek megfelelően mind az egyes létesítmények, mind a létesítményeken belül a biztonsági osztály fontos szempontot jelent a követelmények és a felügyelet differenciálására nézve.

A hatósági tevékenység nyomán és a jelen felülvizsgálat eredményeinek figyelembevételével megállapítható, hogy az engedélyesek öregedéskezelése megfelel a nemzeti szabályozásnak, ennek révén egyben a nemzetközi elvárásoknak, ajánlásoknak. Az engedélyesek öregedéskezelési tevékenysége része az engedélyesek által a rendszerek, rendszerelemek műszaki állapotának fenntartására irányuló tevékenységnek, gyakorlatilag az ezt célzó programok koordinált végrehajtását ennek révén biztosítják. Az engedélyesek minőségirányítási rendszere biztosítja, hogy az öregedéskezelést, mint külön folyamatot rendszeresen felülvizsgálják, értékeljék, a tapasztalatokat gyűjtsék és visszacsatolják.

A jelen felülvizsgálat, köszönhetően az engedélyesek szisztematikus tevékenységének és a hatósági gyakorlatnak, nem tárt fel új, az öregedéskezeléshez kapcsolódó eltérést vagy javítási lehetőséget. A felismert öregedési folyamatokat az engedélyesek kezelik, és felkészültek a nem várt vagy újonnan megjelenő öregedési folyamatok detektálására, valamint a más létesítmények tapasztalatainak figyelembevételére.

Paksi Atomerőmű

Az atomerőművi blokkok üzemidő-hosszabbítási engedélyezési folyamatában sor került az öregedéskezelés egyedi átfogó felülvizsgálatára. Az engedélyezési folyamatban az üzemidő-hosszabbítás terjedelmén kívül eső RRE-k esetében az öregedéskezelési program hatékonyságát kellett bemutatni, míg az üzemidő-hosszabbítás terjedelmén belül (passzív, hosszú élettartamú RRE-k) átfogó öregedéskezelési felülvizsgálatot kellett végeznie az engedélyesnek. Az RRE-k meghosszabbított üzemidőre való üzemeltethetőségének igazolását célzó öregedési felülvizsgálat két részből tevődött össze: az öregedéskezelési programok felülvizsgálatából és a korlátozott időtartamra vonatkozó biztonsági elemzések validálásából. A folyamat eredményeként a tevékenység tovább javult, részben az engedélyes saját maga, másrészt a hatóság által feltárt eltérések, hatékonyságjavítási lehetőségek alapján. A kiadott blokki szintű üzemidő-hosszabbítási engedélyek alapján az öregedéskezelési tevékenység megfelelőségét az OAH elfogadta.

A fenti következtetéseket az atomerőmű esetében alátámasztják a közelmúltban elvégzett nemzetközi felülvizsgálatok és összehasonlítások is. Így a Paksi Atomerőműben a többször végrehajtott elő-SALTO és teljes léptékű SALTO-missziók (összesen 7 alkalommal 2005 és 2011 között), melyek ajánlásainak, javaslatainak megvalósítását a követő missziók is visszaigazolták. Másrészt a NAÜ IGALL programja, melynek a Paksi Atomerőmű aktív tagja és így a tapasztalatokat első kézből megkapva tudja figyelembe venni a saját programjának javítására.

Az öregedéskezelésen belül a külső tapasztalatok hasznosításának, a 02.3.2. pontban megemlített, de a jelen felülvizsgálat terjedelmébe nem tartozó példája a Paksi Atomerőműben az FKSZ-átalakítások kérdése. Az orosz gyártóművi javaslatok alapján az üzemeltetés első időszakában a javítás/cseré programok szerint folytak a járókerék/tengely módosított konstrukcióra történő cseréi. Az ÖKP ugyanakkor azonosította a károsodások megjelenését, és a hazai kutatások után vált világossá az üzemelési tapasztalatok és a károsodás folyamatának az összefüggése és az intézkedések szükségessége a vezetőkerék, nyomófedél javítás/cseré szükségessége esetében.

Budapesti Kutatóreaktor

A Budapesti Kutatóreaktor öregedéskezelési programja 2005-ben indult a NAÜ-ajánlások, az NBSZ és az első IBF előírásai/ajánlásai alapján. A program 12 éve alatt a programot működtető szervezetben lényegi változás – a személyi változásoktól eltekintve – nem történt. Megállapítható, hogy az egyik öregedési kulcsprobléma, a személyzet öregedése. A kutatóreaktornak egyre nehezebb tapasztalattal rendelkező kvalifikált munkaerőt találni és hosszú távon megtartani. Tekintettel arra, hogy a betanulási idő egyes munkaköröknél 3-5 év, ez azonnali beavatkozást igényel az üzemeltető szervezet vezetőségétől.

Ezidáig a programba bevont RRE-k rendelkezésre állása – 2 eset kivételével – nem csökkent. A degradációs folyamatok időben észlelhetők voltak, a megtett intézkedésekkel a romlási folyamatok megálltak, illetve lelassultak. A fent említett 2 eset a primer körű főelzáró szelep tömítések degradációja (ez nem volt része jelen felülvizsgálati terjedelemnek), illetve a szekunder körű szénacél csövek korrodáltsága hosszabb javítási időt igényelt.

A programba bevont RRE maradék élettartama minimálisan 10 év, ugyanakkor gyártóművi ajánlás alapján kicseréltek olyan rendszerelemeket is, amelyek bizonyítottan tovább üzemelhettek volna (pl. akkumulátortelepek).

A villamos kábelek állapotának ellenőrzése az öregedéskezelési program szerint történik, állapotuk megfelelő.

A reaktortartály anyagvizsgálatai a kor színvonalán állnak. Repedésre, korrózióra utaló jelek nem találhatók.

A talajban futó csővezetékek állapotának ellenőrzésére az öregedéskezelési programot kiterjesztették a tapasztalatok alapján.

Az épületek életkora megközelíti a 60 évet. Az épületgépészeti rendszerek felújítása folyamatos, azonban amennyiben döntés születik az üzemidő meghosszabbításáról, akkor nagyobb léptékű korszerűsítést, az esővíz és a talajvíz elleni korszerű szigeteléseket, továbbá az épület homlokzata átfogó javítását és korszerűsítését el kell végezni.

10. Hivatkozások

- [A0] Report, Topical Peer Review 2017, Ageing Management Technical Specification for the National Assessment Reports, RHWG Report to WENRA, 21 December 2016.
- [A1] A Paksi Atomerőmű és a Budapesti Kutatóreaktor 2017. évi tematikus szakértői felülvizsgálatának végrehajtására és tartalmi követelményeire vonatkozó specifikáció, OAH.
- [A2] A 'Topical Peer Review 2017' végrehajtására vonatkozó specifikáció elküldése (OAH-2017-00086-0003/2017, OAH-2017-00086-0004/2017. sz. levél, 2017. január)
- [A3] EJ-58-02, Tematikus szakértői felülvizsgálat 2017 – Felülvizsgálati folyamat hatósági ellenőrzése – OAH jegyzőkönyv.
- [A4] EJ-58-03, Tematikus szakértői felülvizsgálat 2017 – Felülvizsgálati folyamat hatósági ellenőrzése – OAH jegyzőkönyv.
- [A5] RE-1498 sz. hatósági határozat, „Időszakos biztonsági felülvizsgálat átmeneti szabályozása” 1995.08.15, és az ezzel kiadott hatósági útmutató „PAKSI ATOMERŐMŰ 1. ÉS 2. BLOKKJAINAK IDŐSZAKOS BIZTONSÁGTECHNIKAI FELÜLVIZSGÁLATA”.
- [A6] 108/1997. (VI. 25.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Hivatal eljárásáról a nukleáris biztonsággal összefüggő hatósági ügyekben (hatályban volt 2005. május 5-ig).
- [A7] 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről (hatályban volt 2011. július 11-ig).
- [A8] 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről (hatályban van a jelentés készítésének időpontjában).
- [A9] 3.13. sz. hatósági útmutató: Az öregedési folyamatok figyelembevétele a tervezés során, 3. verzió, 2016. február, OAH.
- [A10] 4.12. sz. hatósági útmutató: Öregedési folyamatok figyelembevétele az atomerőművek üzemeltetése során, 3. verzió, 2016. március, OAH.
- [A11] 1.28. sz. hatósági útmutató: A tervezett üzemidőn túli üzemeltetés hatósági eljárásai, 2. verzió, 2016. február, OAH.
- [A12] 4.14. sz. hatósági útmutató: A tervezett üzemidőn túli üzemeltetés engedélykérelmének előkészítéséhez az üzemeltető által végrehajtandó tevékenységek, 2013. április, OAH.
- [A13] 1.24. sz. hatósági útmutató: Atomerőmű rendszeres jelentései, 4. verzió, 2014. január, OAH.
- [A14] 1.49. sz. hatósági útmutató: Kutatóreaktorok rendszeres jelentései. 4. verzió, 2015. január, OAH.
- [A15] 1996. év CXVI törvény az atomenergiáról.
- [A16] IAEA SSG-10 Ageing Management for Research Reactor.
- [A17] Sz-1.14 Minőségbiztosítási Szabályzat, Budapesti Kutatóreaktor.
- [A18] Szervezeti és működési szabályzat (SZMSZ), PAE.
- [A19] ME-3-0-12 eljárásrend “Nukleáris létesítmények és radioaktív hulladék-tárolók átfogó ellenőrzési rendszere”, 6. verzió, 2015 December, OAH.
- [1] IAEA, IAEA SAFETY STANDARDS for protecting people and the environment, Ageing Management for Nuclear Power Plants. SAFETY GUIDE No. NS-G-2.12, 2009.
- [2] IAEA, IAEA SAFETY STANDARDS for protecting people and the environment, Ageing Management and Development of a Programme for Long Term Operation of Nuclear Power Plants. DRAFT SPECIFIC SAFETY GUIDE DS485 (Revision of NS-G-2.12), 2017.

- [3] USNRC, Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report. NUREG-1801, Revision 2, 2010.
- [4] IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: Steam Generators. IAEA-TECDOC- 1668, 2011.
- [5] IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: PWR Vessel Internals. IAEA-TECDOC-1557, 2007.
- [6] IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: Primary Piping in PWRs. IAEA-TECDOC- 1361, 2003.
- [7] IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: Concrete Containment Buildings. IAEA-TECDOC-1025, 1998.
- [8] IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety In-containment Instrumentation and Control cables. IAEA-TECDOC-1188, 2000.
- [9] IAEA, Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) Safety Report Series No. 82 és elektronikus függelékei 3. fázis. IGALL, 2015.
- [10] WENRA, Topical Peer Review 2017 Ageing Management Technical Specification for the National Assessment Reports. WENRA(RHWG), 2016 december.
- [11] ASME, Boiler and Pressure Vessel Code (Kazánok és nyomástartó edények szabályzata) Section XI: Rules for In Service Inspection of Nuclear Power Plant Components, Division 1 (Atomerőművi berendezések üzemeltetés közbeni ellenőrzésének szabályai). ASME BPVC XI 2001.
- [12] Atomerőművi komponensek időszakos ellenőrzésének szabályai. MSZ 27011 szabvány, 2013.
- [13] Az MVM Paksi Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság Szervezeti és Működési szabályzata v. 13.0. SZMSZ 13.0, 2017.
- [14] MVM PA Zrt., Átfogó öregedéskezelés folyamata. TBE304 v03 Eljárásrend, 2017.
- [15] OAH, Öregedési folyamatok figyelembevétele az atomerőművek üzemeltetése során. 4.12. v3 útmutató, 2015.
- [16] MVM PA Zrt., Anyagvizsgáló keretprogramok. KA-01-10_C15, 2014.
- [17] MVM PA Zrt., Kétszintű Kritérium Gyűjtemény roncsolásmentes anyagvizsgálatokhoz. KKGY, 2014.
- [18] MVM PA Zrt., Irányítási Rendszer Kézikönyv 10. verzió. IRK, 2017.
- [19] MVM PA Zrt., Öregedéskezelési programok működtetése. TBE305 v03 Eljárásrend, 2017.
- [20] OAH, Atomerőmű rendszeres jelentései. 1.24. v4 útmutató, 2015.
- [21] OAH, Atomerőmű Időszakos Biztonsági Jelentése. A1.39. v2 útmutató, 2016.
- [22] OAH, Az öregedési folyamatok figyelembevétele a tervezés során. 3.13. v3 útmutató, 2015.
- [23] OAH, A VVER-440/213 reaktortartály ridegtöréssel szembeni biztonságának értékelése normál üzem, szilárdsági nyomáspróba, nyomás alatti hűtés (PTS) és nem várt üzemi események esetén. 3.18. v4 útmutató, 2015.
- [24] OAH, Üzemelő nyomástartó berendezések szilárdsági felülvizsgálata. 3.25. v3 útmutató, 2015.
- [25] MVM PA Zrt., 1-4. blokk Műszaki üzemeltetési szabályzat 5.2. sz. MÜSZ.
- [26] IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety, PWR Pressure Vessels. IAEA-TECDOC- 1556, 2007.

- [27] IEEE, Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations. IEEE 323.
- [28] MVM PA Zrt., Átfogó Öregedéskezelési Program alapidokumentuma. ÁÖKP-01, 2017.
- [29] OAH, Atomerőművi műszaki átalakítások felügyelete. 1.5. v2 útmutató, 2013.
- [30] IAEA, Management of life cycle and ageing at nuclear power plants: Improved I&C maintenance. IAEA-TECDOC-1402, 2004.
- [31] IAEA, Management of ageing of I&C equipment in nuclear power plant. IAEA-TECDOC-1147, 2000.
- [32] IAEA, Long Term Operation – Electrical, And Instrumentation and Control Components. IAEA-EBP-LTI-22, 2006.
- [33] IAEA, Environmental qualification (EQ) of electric and instrumentation and control components. IGALL AMP207, 2013.
- [34] Kisfeszültségű villamos berendezések. 6. rész: Ellenőrzés (IEC 60364-6:2006, módosítva). MSZ HD 60364-6:2007, 2007.
- [35] 0,6/1 kV-tól 20,8/36 kV-ig terjedő névleges feszültségű erősáramú kábelek és jelzőkábelek kiválasztása, fektetése és terhelhetősége. MSZ IEC 13207:2000, 2000.
- [36] 1 kV-tól ($U_m=1,2$ kV) 30 kV-ig ($U_m=36$ kV) terjedő névleges feszültségű, extrudált szigetelésű erősáramú kábelek és szerelvényeik. 1. rész: 1 kV ($U_m=1,2$ kV) és 3 kV ($U_m=3,6$ kV) névleges feszültségű kábelek. MSZ IEC 60502-1:2000, 2000.
- [37] 1 kV-tól ($U_m=1,2$ kV) 30 kV-ig ($U_m=36$ kV) terjedő névleges feszültségű, extrudált szigetelésű erősáramú kábelek és szerelvényeik. 2. rész: 6 kV-tól ($U_m=7,2$ kV) 30 kV-ig ($U_m=36$ kV) terjedő névleges feszültségű kábelek. MSZ IEC 60502-2:2000, 2000.
- [38] Villamos kábelek és vezetékek szigetelő- és köpenyanyagai. Közös vizsgálati módszerek. 1. rész: Általánosan alkalmazott módszerek. 1. főfejezet: A vastagság és a külső méretek mérése. Vizsgálatok a mechanikai tulajdonságok meghatározására. MSZ EN 60811-1-1:1995, 1995.
- [39] Impulse tests on cables and their accessories. IEC 60230:1966, 1966.
- [40] OAH, Berendezések környezeti minősítésének tervezési szempontjai az üzemelő atomerőművekben. 3.15. v3 útmutató, 2016.
- [41] MVM PA Zrt., Berendezés környezeti minősítése, minősített állapot fenntartása. TBE303 v03 Eljárásrend, 2017.
- [42] MVM PA Zrt., Karbantartási műszaki döntéshozatal. TBE206 v09 Eljárásrend, 2016.
- [43] Nukleáris létesítmények komponenseinek létesítési szabályai. MSZ 27003 szabvány, 2013.
- [44] OAH, Atomerőművek tervezési követelményei. NBSZ 3. kötet, 2014.
- [45] ASME, Boiler and Pressure Vessel Code (Kazánok és nyomástartó edények szabályzata) Section III: Rules for Construction of Nuclear Power Plant Components, (Atomerőművi berendezések létesítési szabályai). ASME BPVC III, 2001.
- [46] MVM PA Zrt., Nyomástartó berendezések és csővezetékek műszaki biztonságtechnikai vizsgálata. FEL008_VU06_V05 Végrehajtási utasítás, 2016.
- [47] Trampus és Társa Kft., Uniform presentation of surveillance and in-service inspection results of the reactor pressure vessel. TTSA(D)2/186, Rev.1., 2017.
- [48] MTA EK Reaktor Analízis Laboratórium, A fluencia, a PTS és a p–T görbe számítások megisméltése a 15 hónapos üzemanyagciklus keretében alkalmazni kívánt üzemanyag figyelembevételével, 2013.
- [49] ETV-ERŐTERV, Építmények öregedéskezelésével és karbantartásával kapcsolatos tapasztalatok. 000000E00056ERAA, 2007.
- [50] ETV-ERŐTERV, Építési szerkezetek öregedési folyamatai. 000000E00039ERAC, 2007.

- [51] Alumíniumszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános szabályok. MSZ EN 1999-1-1:2007/A1:2010, Eurocode 9, 2010.
- [52] Evaluation of Existing Nuclear Safety Related Concrete Structures. ACI 349.3R-02.
- [53] IAEA, Maintenance, Surveillance, and In-service Inspection in Nuclear Power Plants. IAEA No. NS-G-2.6, 2002.
- [54] IAEA, Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors. . Final Report, 2007.
- [55] IAEA, Guidebook on Non-Destructive Testing of Concrete Structures. IAEA-TCS-17, 2002.
- [56] Guide for Making a Condition Survey of Concrete in Service. ACI 201.1R-92.
- [57] Guideline for Structural Condition Assessment of Existing Buildings. SEI/ASCE 11-99.
- [58] Standard Guide for Establishing Procedures to Monitor the Performance of Coating Service Level I Coating Systems in an Operating Nuclear Power Plant. ASTM D5163-05a, 2005.
- [59] EPRI, Aging Effects for Structures and Structural Components (Structural Tools) Revision 1. EPRI. CA: 2003. 1002950, 2003.
- [60] The Effect of Elevated Temperature on Concrete Materials and Structures. A Literature Review. Rep. NUREG/CR-6900, 2006.

Rövidítések jegyzéke

Rövidítés	Jelentés
ABOS	Atomerőművi berendezések osztályba sorolása
ACI	American Concrete Institute (= Amerikai Betontechnológiai Intézet)
ÁÖKP	Átfogó öregedéskezelési program
AS6	Számítástechnikai ügyviteli rendszer
ASME	American Society of Mechanical Engineers (Amerikai Gépészmérnökök Egyesülete)
ASME BPVC	ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Kazánok és nyomástartó edények szabályzata)
ASME BPVC III.	Section III: Rules for Construction of Nuclear Facility Components, Division 1 (Nukleáris létesítmények berendezései tervezésének szabályai)
ASME BPVC XI.	Section XI: Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components, Division 1 (Atomerőművi berendezések üzemeltetés közbeni ellenőrzésének szabályai)
BHV	Biztonsági hűtővíz
BIOS	Biztonsági Osztályba Sorolás
BKR	Budapesti Kutatóreaktor
BME	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
BV	Biztonság Védelmi /szabályozórúd/
CANDU	CANada Deuterium Uranium (Kanadai fejlesztésű nyomott nehézvízes reaktor)
CG	Commodity group (= hasonlóan kezelhető elemeket tartalmazó csoport)

Rövidítés	Jelentés
CLASS 1, 2, 3	1., 2. illetve 3. szilárdsági osztály; az ilyen besorolású komponenseknek az ASME BPV Section III, Div 1, Subsec. NB, NC, illetve ND előírásainak kell megfelelniük
COMSY	Condition Oriented ageing and plant life Monitoring System (Állapot orientált öregedés- és erőműélettartam monitorozó rendszer)
CUF	Cumulative Usage Factor (Halmozódó Károsodási Tényező)
DBE	Design Basis Earthquake (= a tervezés alapjául szolgáló földrengés)
EN	Európai szabvány
ENIQ	European Network of Inspection and Qualification (= Európai Vizsgálati és Minősítési Hálózat)
ÉÖKP	Építmény Öregedéskezelési Program
EPRI	Electric Power Research Institute (=Amerikai Villamosenergetikai Kutatóintézet)
EQ	Environmental Qualification (Berendezés Minősítés)
ETV	ERŐTERV Energetikai Tervező és Vállalkozó Részvénytársaság
ETV-ERŐTERV Zrt.	Erőterv Energetikai Tervező és Vállalkozó Zártkörűen működő Részvénytársaság
FB	Felső blokk
FKSZ	Főkeringtető Szivattyú
FRHT	Folyékony Radioaktív Hulladék Tároló
GALL	Generic Aging Lessons Learned (= Általános öregedési tapasztalatok)
HE-FM csonk	Hőmérséklet-Ellenőrzés és a Fluxusmérés kivezetéseinek csonkja
IAEA	International Atomic Energy Agency (= Nemzetközi Atomenergia Ügynökség)
IBF	Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat
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)
IEP	Időszakos ellenőrzési program
IGALL	International Generic Ageing Lesson Learnt
ISI	Inservice Inspection (= üzemközbeni ellenőrzés)
K+F	Kutatás-fejlesztés
KFKI	Központi Fizikai Kutató Intézet
KHM	Karbantartás Hatékonyság Monitorozás
KIBE	Korlátozott Időtartamra Érvényes Biztonsági Elemzés
KKGY	Kétszintű kritérium Gyűjtemény a Paksi Atomerőmű roncsolásmentes anyagvizsgálataihoz
KU	Kezelési utasítás
LF	Lead Factor (= kapacitáskihasználási tényező)

Rövidítés	Jelentés
LOCA	Loss of Coolant Accident (= hűtőközeg-vesztéses üzemzavar)
MFT	Műszaki Felülvizsgálati Terv
MIK	Mikrobiológiai korrózió
MSZ	Magyar Szabvány
MTA	Magyar Tudományos Akadémia
MTA EK	Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpont
MŰSZ	Műszaki Üzemeltetési Szabályzat
NA, NÁ	Névleges átmérő
NAÜ	Nemzetközi Atomenergia Ügynökség
NBSZ	Nukleáris Biztonsági Szabályzatok
NER	Neutronellenőrző rendszer
NRC	Nuclear Regulatory Commission (= amerikai nukleáris hatóság)
NUREG	Nuclear Regulatory Guide (= NRC iránymutató dokumentuma)
OAH	Országos Atomenergia Hivatal
OWTS	Oscillating Wave Test System (Oszcilláló hullámú részkisülés mérések)
ÖK	Öregedéskezelés
ÖKP	Öregedéskezelési program
MVM PA Zrt.	Magyar Villamos Művek Paksi Atomerőmű Zártkörűen működő Részvénytársaság
PAE	Paksi Atomerőmű
PAE WENRA ÖKJ	A Paksi Atomerőmű Európai Unió (WENRA) elvárása szerinti engedélyesi öregedéskezelési jelentése
PTS	Pressurized Thermal Shock (= nyomás alatti hőütés)
PWR	Pressurized Water Reactor (= nyomottvizes reaktor)
RECS	Rendszerelemcsoport
RRE	Rendszer, rendszerelem
RT	reaktortartály
SALTO	Safety Aspects of Long Term Operation (a NAÜ költségvetésen kívüli programja)
SBK	Súlyos Balesetkezelés
SÖKP	Berendezés Specifikus Öregedéskezelési Program
SR	Biztonsági funkcióhoz tartozó környezet jellege
SZBV	Szabályzó és biztonságvédelmi rudak a reaktor aktív zónájában
SZBVR	Szabályozó és biztonságvédelmi rendszer
SZMSZ	Szervezeti és Működési Szabályzat
TBE	Az erőmű belső szabályzási rendszerén belül a Termelési alrendszerhez rendelt Berendezés Élettartamgazdálkodás-folyamatok azonosítója

Rövidítés	Jelentés
TÖKP	Típus Öregedéskezelési Program
TU	Tesztelési utasítás
US NRC	United States Nuclear Regulatory Commission (amerikai nukleáris hatóság, lásd: NRC)
UT	Ultrahangos vizsgálat
ÜH	Üzemidő-hosszabbítás
V&I	Villamos és irányítástechnikai szakág
VVER	Vodo-vogyjanoj energetyicseszkij reaktor (= vízzel moderált, vízzel hűtött energetikai reaktor)
WANO	World Association of Nuclear Operators (= Atomerőmű Üzemeltetők Világszövetsége)
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association

11. Csatolmányok

02.3.1.3-1. Melléklet: Gépészeti berendezések öregedéskezelési rendszerelem csoportjai és a kapcsolódó SÖKP-, RECS-azonosítók

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
Kiemelt főberendezések	SÖKP-001: Reaktortartályok	-	-	-	-
	SÖKP-002: Reaktor belső berendezések	-	-	-	-
	SÖKP-005: Térfogat kiegyenlítő tartályok	-	-	-	-
	SÖKP-006: Gőzfejlesztők	-	-	-	-
	SÖKP-009:Főkeringtető vezetékek	-	-	-	-
	SÖKP-007: Főelzáró tolozárak	-	-	-	-
	SÖKP-008: Főkeringtető szivattyúk	-	-	-	-
Hőcserélők	W-SÖKP-01	W154	Primer köri víz	Duna-víz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
	W-SÖKP-02	W132	Primer köri víz	Kezelt víz	Korrózióálló acélok
		W232	Primer köri gőz	Kezelt víz	Korrózióálló acélok
		W632	Egyéb szennyezett oldat	Kezelt víz	Korrózióálló acélok
	W-SÖKP-03	W112	Primer köri víz	Primer köri víz	Korrózióálló acélok
	W-SÖKP-05	W152	Primer köri víz	Duna-víz	Korrózióálló acélok
		W252	Primer köri gőz	Duna-víz	Korrózióálló acélok
W-SÖKP-07	W585	Duna-víz	Gáz	Vegyes (Korrózióálló	

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
					acélok/Egyéb ötvözetek)
	W-SÖKP-08	W582	Duna-víz	Gáz	Korrózióálló acélok
	W-SÖKP-10	W354	Kezelt víz	Duna-víz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
	W-SÖKP-11	W351	Kezelt víz	Duna-víz	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	W-SÖKP-12	W352	Kezelt víz	Duna-víz	Korrózióálló acélok
		W1052	Vízgőz-gáz elegy	Duna-víz	Korrózióálló acélok
	W-SÖKP-13	W381	Kezelt víz	Gáz	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	W-SÖKP-16	W571	Duna-víz	Olaj	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	W-SÖKP-17	W801	Gáz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	W-SÖKP-18	W754	Olaj	Duna-víz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
		W756	Olaj	Duna-víz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
		W757	Olaj	Duna-víz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
	W-SÖKP-19	W334	Kezelt víz	Kezelt víz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
		W344	Kezelt víz	Vízgőz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
	W-SÖKP-20	W586	Duna-víz	Gáz	Vegyes (Szénacélok, nem

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
					korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
	W-SÖKP-21	W1032	Kezelt vízgőz-gáz	Kezelt víz	Korrózióálló acélok
	W-SÖKP-22	W386	Kezelt víz	Gáz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
	W-SÖKP-23	W536	Duna-víz	Kezelt víz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
	W-SÖKP-24	W376	Kezelt víz	Olaj	Szénacélok, nem korrózióálló acélok, egyéb ötvözetek
	W-SÖKP-25	W755	Olaj	Duna-víz	Vegyes (Korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
Tartály	B-SÖKP-01	B501	Duna-víz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	B-SÖKP-03	B602	Egyéb szennyezett oldat	-	Korrózióálló acélok
		B642	Egyéb szennyezett oldat	Vízgőz	Korrózióálló acélok
		B902	Sav/lúg	-	Korrózióálló acélok
	B-SÖKP-04	B801	Gáz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	B-SÖKP-05	B802	Gáz	-	Korrózióálló acélok
	B-SÖKP-06	B301	Kezelt víz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		B341	Kezelt víz	Vízgőz	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	B-SÖKP-07	B302	Kezelt víz	-	Korrózióálló acélok
	B-SÖKP-08	B701	Olaj	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		B781	Olaj	Gáz	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	B-SÖKP-09	B102	Primer köri víz	-	Korrózióálló acélok

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag	
		B112	Primer köri víz	Primer köri víz	Korrózióálló acélok	
		B162	Primer köri víz	Egyéb szennyezett oldat	Korrózióálló acélok	
		B122	Primer köri víz	Primer köri gőz	Korrózióálló acélok	
		B282	Primer köri gőz	Gáz	Korrózióálló acélok	
	B-SÖKP-10	B344	Kezelt víz	Vízgőz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)	
	B-SÖKP-11	B702	Olaj	-	Korrózióálló acélok	
	B-SÖKP-12	B861	Gáz	Egyéb szenny	Szénacélok, nem korrózióálló acélok	
	Csővezeték és csővezeték elemek	Z-SÖKP-01	Z504	Duna-víz	-	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
		Z-SÖKP-02	Z501	Duna-víz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
			Z531	Duna-víz	Kezelt víz	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
			Z561	Duna-víz	Egyéb szennyezett oldat	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		Z-SÖKP-03	Z502	Duna-víz	-	Korrózióálló acélok
Z532			Duna-víz	Kezelt víz	Korrózióálló acélok	
Z-SÖKP-04		Z102	Primer köri víz	-	Korrózióálló acélok	
		Z132	Primer köri víz	Kezelt víz	Korrózióálló acélok	
		Z142	Primer köri víz	Vízgőz	Korrózióálló acélok	
		Z152	Primer köri víz	Duna-víz	Korrózióálló acélok	
		Z162	Primer köri víz	Egyéb szennyezett oldat	Korrózióálló acélok	
		Z182	Primer köri víz	Gáz	Korrózióálló acélok	

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
		Z192	Primer köri víz	Sav/lég	Korrózióálló acélok
		Z202	Primer köri gőz	-	Korrózióálló acélok
		Z282	Primer köri gőz	Gáz	Korrózióálló acélok
		Z692	Egyéb szennyezett oldat	Sav/lég	Korrózióálló acélok
		Z902	Sav/lég	-	Korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-05	Z602	Egyéb szennyezett oldat	-	Korrózióálló acélok
		Z632	Egyéb szennyezett oldat	Kezelt víz	Korrózióálló acélok
		Z672	Egyéb szennyezett oldat	Olaj	Korrózióálló acélok
		Z682	Egyéb szennyezett oldat	Gáz	Korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-06	Z701	Olaj	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-07	Z801	Gáz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-08	Z802	Gáz	-	Korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-09	Z304	Kezelt víz	-	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
		Z344	Kezelt víz	Vízgőz	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
		Z404	Vízgőz	-	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
	Z-SÖKP-10	Z301	Kezelt víz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		Z341	Kezelt víz	Vízgőz	Szénacélok, nem korrózióálló acélok

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
		Z401	Vízgőz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-11	Z302	Kezelt víz	-	Korrózióálló acélok
		Z342	Kezelt víz	Vízgőz	Korrózióálló acélok
		Z382	Kezelt víz	Gáz	Korrózióálló acélok
		Z402	Vízgőz	-	Korrózióálló acélok
		Z482	Vízgőz	Gáz	Korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-12	Z601	Egyéb szennyezett	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-13	Z804	Gáz	-	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
	Z-SÖKP-14	Z803	Gáz	-	Egyéb ötvözetek
	Z-SÖKP-15	Z702	Olaj	-	Korrózióálló acélok
	Z-SÖKP-16	Z704	Olaj	-	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Korrózióálló acélok)
Eltakart csővezetékek és csővezeték elemek	Z-SÖKP-17	TG-rendszerei, korrózióálló acélból készült részben eltakart, betonba fektetett csővezetékek			
	Z-SÖKP-18	Duna-víz szállítására szolgáló, szénacélból készült csőalagútban, aknában, földben fektetett, részben eltakart csővezetékek			
	Z-SÖKP-19	Feltételezeten radioaktív primer körüli víz, egyéb szennyezett oldatok szállítására szolgáló, korrózióálló acélból készült, részben eltakart, betonba fektetett csővezetékek			
	Z-SÖKP-20	Feltételezeten nem radioaktív primer körüli víz, egyéb szennyezett oldatok szállítására szolgáló, korrózióálló acélból készült részben eltakart, betonba fektetett csővezetékek			
	Z-SÖKP-21	Dízelolaj szállítására szolgáló, szénacélból, nem korrózióálló acélból készült csőalagútban, aknában, földben fektetett, részben eltakart csővezetékek			
	Z-SÖKP-22	Levegő szállítására szolgáló, szénacélból, nem korrózióálló acélból készült, részben betonban szerelt, eltakart csővezetékek (lemezvezetékek)			
	Z-SÖKP-23	Levegő szállítására szolgáló, korrózióálló acélból készült (részben) betonba szerelt, eltakart csővezetékek, lemezvezetékek			
	Z-SÖKP-24	Kezelt víz szállítására szolgáló, szénacélból, nem korrózióálló acélból készült, csőalagútban, aknában részben eltakart csővezetékek			
Szerekvény	S-SÖKP-01	S501	Duna-víz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
	S-SÖKP-02	S502	Duna-víz	-	Korrózióálló acélok
	S-SÖKP-03	S601	Egyéb szennyezett oldat	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		S901	Sav/lég	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	S-SÖKP-04	S602	Egyéb szennyezett oldat	-	Korrózióálló acélok
		S692	Egyéb szennyezett oldat	Sav/lég	Korrózióálló acélok
		S902	Sav/lég	-	Korrózióálló acélok
	S-SÖKP-05	S801	Gáz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		S881	Gáz	Gáz	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	S-SÖKP-06	S883	Gáz	Gáz	Egyéb ötvözetek
		S803	Gáz	-	Egyéb ötvözetek
	S-SÖKP-07	S802	Gáz	-	Korrózióálló acélok
		S882	Gáz	Gáz	Korrózióálló acélok
	S-SÖKP-08	S301	Kezelt víz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		S341	Kezelt víz	Vízgőz	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		S401	Vízgőz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	S-SÖKP-09	S302	Kezelt víz	-	Korrózióálló acélok
		S342	Kezelt víz	Vízgőz	Korrózióálló acélok
		S402	Vízgőz	-	Korrózióálló acélok
	S-SÖKP-10	S701	Olaj	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		S703	Olaj	-	Egyéb ötvözetek
	S-SÖKP-11	S702	Olaj	-	Korrózióálló acélok
	S-SÖKP-12	S102	Primer köri víz	-	Korrózióálló acélok
		S162	Primer köri víz	Egyéb szennyezett oldat	Korrózióálló acélok
		S202	Primer köri gőz	-	Korrózióálló acélok
	S-SÖKP-13	S503	Duna-víz	-	Egyéb ötvözetek

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
	S-SÖKP-15	S861	Gáz	Egyéb szenny	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	S-SÖKP-16	S303	Kezelt víz	-	Egyéb ötvözet
		S403	Vízgőz	-	Egyéb ötvözet
Szivattyú	D-SÖKP-01	D501	Duna-víz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	D-SÖKP-03	D601	Egyéb szennyezett	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	D-SÖKP-04	D602	Egyéb szennyezett oldat	-	Korrózióálló acélok
		D692	Egyéb szennyezett oldat	Sav/lég	Korrózióálló acélok
		D902	Sav/lég	-	Korrózióálló acélok
	D-SÖKP-05	D102	Primer köri víz	-	Korrózióálló acélok
	D-SÖKP-06	D301	Kezelt víz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	D-SÖKP-07	D302	Kezelt víz	-	Korrózióálló acélok
D-SÖKP-08	D701	Olaj	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok	
Szűrő	N-SÖKP-01	N102	Primer köri víz	-	Korrózióálló acélok
		N162	Primer köri víz	Egyéb szennyezett oldat	Korrózióálló acélok
		N182	Primer köri víz	Gáz	Korrózióálló acélok
		N192	Primer köri víz	Sav/lég	Korrózióálló acélok
		N282	Primer köri gőz	Gáz	Korrózióálló acélok
	N-SÖKP-02	N602	Egyéb szennyezett oldat	-	Korrózióálló acélok
		N632	Egyéb szennyezett oldat	Kezelt víz	Korrózióálló acélok
	N-SÖKP-03	N801	Gáz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		N806	Gáz	-	Vegyes (Szénacélok, nem

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
					korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
	N-SÖKP-04	N802	Gáz	-	Korrózióálló acélok
	N-SÖKP-05	N302	Kezelt víz	-	Korrózióálló acélok
		N402	Vízgőz	-	Korrózióálló acélok
	N-SÖKP-06	N701	Olaj	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
		N706	Olaj	-	Vegyes (Szénacélok, nem korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
	N-SÖKP-07	N803	Gáz	-	Egyéb ötvözetek
		N805	Gáz	-	Vegyes (Korrózióálló acélok/Egyéb ötvözetek)
Egyedileg kezelt speciális szerkezetek	Bepárlók SÖKP	-	-	-	-
	Buborékoltató kondenzátortálcák SÖKP	-	-	-	-
	Kondenzátor-gáztalanítók SÖKP	-	-	-	-
	Pótvíz és bóros szabályozás gáztalanítói SÖKP	-	-	-	-
	Klíma hőcserélők SÖKP	-	-	-	-
	Aknák-SÖKP	-	-	-	-
	Hermetikus csőátvezetések-SÖKP	-	-	-	-
	Hermetikus nyílások-SÖKP	-	-	-	-
	Hidroakkumulátor-tartályok-SÖKP	-	-	-	-
	Robusztus szerkezetek SÖKP	-	-	-	-
	Fain-coil-SÖKP	-	-	-	-
	Műanyag rendszerelemek SÖKP	-	-	-	-

Rendszerelem	SÖKP-azonosító	RECS-azonosító	Közeg1	Közeg2	Anyag
	Turbina cseppleválasztó és túlhevítő SÖKP	-	-	-	-
	Gázfűvők-SÖKP	-	-	-	-
	Kompresszor-SÖKP	-	-	-	-
Ventilátor	DV-SÖKP-01	DV801	Gáz	-	Szénacélok, nem korrózióálló acélok
	DV-SÖKP-02	DV802	Gáz	-	Korrózióálló acélok
		DV803	Gáz	-	Egyéb ötvözetek
Impulzuscsövek	ZI-SÖKP-002	-	-	-	-
	ZI-SÖKP-001	Z102/a	Primer köri víz	-	Korrózióálló acélok
		Z102/b	Primer köri víz	-	Korrózióálló acélok
		Z282/a	Primer köri gőz	Gáz	Korrózióálló acélok

02.3.1.3-2. Melléklet: Építési szerkezeti elemek öregedéskezeltési csoportjai és a kapcsolódó szerkezet-ÖKP-ok

Anyag és szerkezet szerinti (főcsoport)	Szerkezeti elem csoport	Kapcsolódó szerkezet-ÖKP megnevezése
Vasbeton szerkezetek	Alapozások (lemezalapok, sávalapok, pillérek), támfalak, terepszint alatti vasbeton szerkezetek	ÉÖKP-A-002 Alapozás ÖKP ÉÖKP-A-008 Építménymozgások monitorozása ÖKP ÉÖKP-A-003 Alappontok monitorozása ÖKP
	Felszerkezetek (gépalapok is)	ÉÖKP-A-021 Vasbeton felszerkezet ÖKP ÉÖKP-A-005 Vasbeton szerkezetek bórsavas korróziójának felügyelete ÖKP ÉÖKP-A-011 Gépalap fáradás okozta degradációja ÖKP ÉÖKP-A-015 Magas hőmérsékletű beton ÖKP
	Előre gyártott falak, födémek, pörgetett vasbetonoszlopok	ÉÖKP-A-021 Vasbeton felszerkezet ÖKP ÉÖKP-A-005 Vasbeton szerkezetek bórsavas korróziójának felügyelete ÖKP ÉÖKP-A-015 Magas hőmérsékletű beton ÖKP
	Vízépítési vasbeton szerkezetek (alaplemezek, fenéklemek, falak, résfalak, födémek, járdák, pillérek, fejgerendák, kikötőtornyok)	ÉÖKP-A-014 Vízpépítési beton szerkezet ÖKP ÉÖKP-A-002 Alapozás ÖKP
Acélszerkezetek	Szénacél épület- és vázszerkezetek, födémek, különféle tartószerkezetek, darupályák, pódiumok	ÉÖKP-A-001 Acélszerkezet ÖKP ÉÖKP-A-005 Vasbeton szerkezetek bórsavas korróziójának felügyelete ÖKP
	Lemezburkolatok	ÉÖKP-A-001 Acélszerkezet ÖKP ÉÖKP-A-005 Vasbeton szerkezetek bórsavas korróziójának felügyelete ÖKP
	Hermetikus burkolat	ÉÖKP-A-012 Hermetikus burkolat ÖKP ÉÖKP-A-013 Hermetikus tér tömörsége ÖKP ÉÖKP-A-005 Vasbeton szerkezetek bórsavas korróziójának felügyelete ÖKP
	Rozsdamentes acélburkolatok	ÉÖKP-A-018 Rozsdamentes acéllemez ÖKP
	Vízépítési acélszerkezetek	ÉÖKP-A-023 Vízpépítési acélszerkezet ÖKP

Anyag és szerkezet szerinti (főcsoport)	Szerkezeti elem csoport	Kapcsolódó szerkezet-ÖKP megnevezése
Földművek	Töltések	ÉÖKP-A-010 Földművek ÖKP
	Csatornameder-fenek és rézsűburkolatok	ÉÖKP-A-010 Földművek ÖKP
Falazatok	Tégla falazatok	ÉÖKP-A-009 Falazat ÖKP
Bevonatok	Műgyanta bevonatok, korrózióvédő bevonatok	ÉÖKP-A-004 Bevonatok ÖKP
Tűzterjedésgátló szerkezetek	Monolit vasbeton falak, falazatok	ÉÖKP-A-020 Tűzgátló szerkezetek ÖKP ÉÖKP-A-021 Vasbeton felszerkezet ÖKP ÉÖKP-A-005 Vasbeton szerkezetek bórsavas korróziójának felügyelete ÖKP* ÉÖKP-A-015 Magas hőmérsékletű beton ÖKP* ÉÖKP-A-009 Falazat ÖKP
	Tűzgátló ajtók, tűzvédő bevonatok és burkolatok, acél és azbeszt anyagokból készült tűzgátló szerkezetek	ÉÖKP-A-020 Tűzgátló szerkezetek ÖKP
Nyílászárók	Biológiai védelmi és hermetikus ajtók, nyílászárók (tűzgátló funkcióval is rendelkeznek)	ÉÖKP-A-016 Nyílászáró ÖKP ÉÖKP-A-013 Hermetikus tér tömörsége ÖKP ÉÖKP-A-020 Tűzgátló szerkezetek ÖKP
Tömítések, dilatációs kapcsolatok	Biológiai védelmi és hermetikus ajtók tömítése	ÉÖKP-A-019 Tömítés ÖKP
	Tűzgátló ajtók tömítése	ÉÖKP-A-019 Tömítés ÖKP
	Egyéb tömítések, dilatációs kapcsolatok	ÉÖKP-A-019 Tömítés ÖKP
Egyedi programmal kezelt egyéb szerkezeti elemcsoportok főcsoportja	Cső- és kábeltartó szerkezetek	ÉÖKP-A-006 Cső- és kábeltartó szerkezet ÖKP
	Villamos elosztók, vezénylő- és relétáblák, helyi működtető szekrények	ÉÖKP-A-022 Villamos elosztók, vezénylő- és relétáblák, helyi működtető szekrények ÖKP

03.1.1-1. MELLÉKLET: A KÁBEL MINTACSOPORTOK

Az U>3 kV-os és a380 V < U < 3 kV-os kábelek

A zöld háttérrel jelzett típuscsoportok az U>3 kV-os kábelek.	A fehér háttérrel maradó típuscsoportok a 380 V < U < 3 kV-os kábelek
---	---

No	Commodity group	Típus-csoport	SR db	SR Hossz (m)	SR23 db	SR23 Hossz (m)	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
1	CG_(N)HX SHXÖ	(N)HXSH XÖ Sienopyr X	188	4258	164	3837	Max. 60 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 160 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 90 °C/425 nap/41 év Gamma üzemi szimuláció 94 kGy, Gamma üzemzavari: 110 kGy Dokumentum: LOCA-19/2009-3	Megfelel: 429/VNL Terméktanúsítvány
2	CG_H07RN-F	GT-H07RN-F	56	410	44	290	Max. 35 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 34 °C.) A kábel sugárzás nélkül üzemel.	Megfelel: 366/VNL Terméktanúsítvány
3	CG_Hydrofirm	Hydrofirm TKG	60	300	42	210	Max. 60 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 130 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 90 °C/333 nap/27 év Gamma üzemi szimuláció 2,37 kGy, Gamma üzemzavari: 110 kGy Dokumentum: LOCA-04/2013-K14	Megfelel: 5029/VNL Terméktanúsítvány
4	CG_JZ-600	JZ-600	171	2110	130	1825	Max. 40 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 156°C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 80 °C/134 nap/37 év Gamma üzemi szimuláció: 84,8 kGy, Gamma üzemzavari: 110 kGy	Megfelel: 367/VNL Terméktanúsítvány

No	Commodity group	Típus-csoport	SR db	SR Hossz (m)	SR23 db	SR23 Hossz (m)	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
							Dokumentum: LOCA-19/2009-3	
5	CG_KEFSZ	KEFSZ	5	265	4	95	Max. 58 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 56°C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 110 °C/249 nap/50 év Gamma üzemi szimuláció: - Dokumentum: 00000006V00003VMA	Megfelel: V01-18907_C28-2011 Tanúsítvány
6	CG_KMPEV	KMPEV	47	4 385	30	2 900	Max. 35 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 93°C.) Gyorsított öregítést követően sikeres üzemi típusvizsgálatok, Dokumentum: 000006V00001VMA V01-24761_C11-2010 Később üzemzavari paramétereket szimuláló sikeres vizsgálatok. Dokumentum LOCA-19/2009-7	Megfelel: V01-24761_C11-2010, 412/VNL Terméktanúsítvány
7	CG_KPO	KPO	267	14613	224	13257	Max. 60 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 148 °C.) <u>Öregítések:</u> Üzemi környezetből 29 év után kivett kábelben 21 év öregítés. Termikus üzemi szimuláció: 90 °C/218 nap/21 év Gamma üzemi szimuláció 94,86 kGy, Gamma üzemzavari: 110 kGy. Dokumentum: LOCA-19/2009-9	Megfelel: 446/VNL Terméktanúsítvány
8	CG_KUGV	KUGV	3	205	0	0	Max. 30 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Üzemzavari körülmények között nincs funkciójuk. <u>Öregítések:</u> Termikus üzemi szimuláció: 65 °C/413 nap/50év Gamma üzemi szimuláció: - Dokumentum: 000006V00001VMA	Megfelel: V01-24761_C12-2011 Tanúsítvány
9	CG_KVV	KVVGE	255	19196	75	6875	Max. 35 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 148 °C.) <u>Öregítések:</u> Termikus üzemi szimuláció: 65 °C/647 nap/50év Gamma üzemi szimuláció: - Gamma üzemzavari: - Dokumentum: 000006V00002VMA	Megfelel: V01-18907_C30-2011 Tanúsítvány

No	Commodity group	Típus-csoport	SR db	SR Hossz (m)	SR23 db	SR23 Hossz (m)	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
10	CG_KVV_E 412_Funkció- elemzés	KVVGE u.a.	13	1500	13	1500	<p>Max. 35 °C üzemi környezeti hőmérséklet. A kábeleknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 219 °C.) Az üzemi típusvizsgálatok sikeresek voltak. Az üzemzavari vizsgálat során azonban 190 °C elérésekor (2020 sec) a kábel tönkrement. A funkcióvizsgálat (000000A00218 ERA számú dokumentáció) szerint a kábeleknek az üzemzavari vizsgálatkor elért 2200 sec időtartamon belül kell működniük (max. 150 sec), tehát az üzemzavari funkció ellátásához szükséges időtartamig a kábelek üzemképesek.</p> <p><u>Öregítések:</u> Termikus üzemi szimuláció: 65 °C/413 nap/50év Gamma üzemi szimuláció: - Gamma üzemzavari: - Dokumentum: 000006V00002VMA</p>	Megfelel: V01-18907_C29-2011. Tanúsítvány
11	CG_KVV_ÖRK	KVVGE u.a	9	515	0	0	<p>Az érintett kábelek üzemszerűen max. 40 °C környezeti hőmérsékleten üzemelnek. Ez magasabb, mint az alap-Commodity Group-ba tartozó kábeleké (CG_KVV). Így az alap-Commodity Group-ba tartozó kábelek üzemi körülményekre történő minősítése rájuk ugyanúgy nem alkalmazható. Üzemzavari körülmények között nincs funkciójuk. A típuscsoportból kijelölt mintakábeleket a V-SÖKP-07 sz. speciális öregedéskezelési program szerint monitorozzuk.</p>	Megfelel: V-SÖKP-07 keretében kezelt
12	CG_KVV_ÖRK_Funkció- elemzés	KVVGE	13	610	13	610	<p>Az érintett kábelek üzemszerűen max. 40 °C környezeti hőmérsékleten üzemelnek. Ez magasabb, mint az alap-Commodity Group-ba tartozó kábeleké (CG_KVV). Ezért öregedésük gyorsabb. Így az alap-Commodity Group-ba tartozó kábelek üzemi körülményekre történő minősítése rájuk ugyanúgy nem alkalmazható. Üzemzavari körülmények között nincs funkciójuk. Az üzemi körülményekre történő megfelelésüket a V-SÖKP-07 sz. öregedéskezelési programba történő bevonásukkal biztosítottuk</p>	Megfelel: V-SÖKP-07 keretében kezelt
13	CG_Li9Y	Li9Y11Y	11	31	0	0	<p>2010 óta barátságos üzemi körülmények között üzemelő új kábelek, melyeknek üzemi minősítése szükséges. Üzemi környezeti hőmérsékletük max. 30 °C. Az ÜH-élettartamnak megfelelő öregítést követő üzemi vizsgálatok sikeresek voltak.</p> <p><u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 90 °C/14 nap/28 év, Dokumentum: LOCA-19/2009-3</p>	Megfelel: 13/VNL Terméktanúsítvány

No	Commodity group	Típus-csoport	SR db	SR Hossz (m)	SR23 db	SR23 Hossz (m)	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
14	CG_MD/90	MD/90	56	1255	0	0	Max. 35 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Üzemzavari körülmények között nincs funkciójuk. <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 90 °C/91 nap/50 év Gamma üzemi szimuláció: - Dokumentum:000006V00003VMA	Megfelel: V01-18907_C31-2011 Tanúsítvány
15	CG_N2XS	N2XS	32	17058	12	9 000	Max. 49 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 93 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 90 °C/151 nap/32 év Gamma üzemi szimuláció 25,8 Gy Dokumentum: LOCA-19/2009-3 Üzemzavari vizsgálat nem szükséges, mert a kábelek 90 perces tűzállósággal rendelkező, rendszerenként független betoncsatornában vannak fektetve.	Megfelel 375/VNL Terméktanúsítvány
16	CG_NHXXH E30/E90	NHXXH_E30/E90	122	14182	103	13415	Max. 60 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 217 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 90 °C/425 nap/41 év Gamma üzemi szimuláció 94 kGy, Gamma üzemzavari: 110 kGy Dokumentum: LOCA-19/2009-3.	Megfelel 363/VNL Terméktanúsítvány
17	CG_NHXXH X	NHXXH Sienopyr X	18	2 457	18	2 457	Max. 55 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 217 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 90 °C/483 nap/40 év Gamma üzemi szimuláció 92 kGy, Gamma üzemzavari: 110 kGy Dokumentum: LOCA-19/2009-3	Megfelel: 362/VNL Terméktanúsítvány
18	CG_NSSH	NSSHöu	1	90	0	0	Max. 36 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Üzemzavari körülmények között nincs funkciójuk. <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 80 °C/56 nap/38év, Gamma üzemi szimuláció 86 Gy Dokumentum: LOCA-19/2009-4	Megfelel: 384/VNL Terméktanúsítvány

No	Commodity group	Típus-csoport	SR db	SR Hossz (m)	SR23 db	SR23 Hossz (m)	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
19	CG_NTSWöu-J	NTSWöu-J	54	1815	0	0	A Max. 30 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Üzemzavari körülmények között nincs funkciójuk. <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 80 °C/55 nap/43év Dokumentum: LOCA-19/2009-3	Megfelel 368/VNL Terméktanúsítvány
20	CG_NU-HXH	NU-HXH	534	26166	516	25486	Max. 60 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 160 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 110 °C/35 nap/23 év Gamma üzemi szimuláció 52,6 kGy, Gamma üzemzavari: 33 kGy Dokumentum: LOCA-19/2009-5	Megfelel: 400/VNL Terméktanúsítvány
21	CG_NYCWY	NYCWY	238	11009	52	4462	Max. 36 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 130 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 70 °C/251 nap/37 év Gamma üzemzavari: 83,4 kGy Dokumentum: LOCA-19/2009-3	Megfelel: 374/VNL Terméktanúsítvány
22	CG_NYY	NYY	971	62538	167	15522	Max. 40 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 130 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 70 °C/502 nap/41 év Gamma üzemzavari: 92,4 kGy Dokumentum: LOCA-19/2009-3	Megfelel: 365/VNL Terméktanúsítvány
23	CG_SiHF	SiHF	189	1544	154	1024	Max. 60 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 219 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 10 °C/32 nap/23 év Gamma üzemi szimuláció 52,6 kGy, Gamma üzemzavari: 33 kGy Dokumentum: LOCA-19/2009-6	Megfelel: 369/VNL Terméktanúsítvány

No	Commodity group	Típus-csoport	SR db	SR Hossz (m)	SR23 db	SR23 Hossz (m)	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
24	CG_SiHF_S B	SiHF	70	2395	70	2395	Max. 60 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 160 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 110 °C/32 nap/23 év Gamma üzemi szimuláció 52,6 kGy, Gamma üzemzavari: 33 kGy Dokumentum: LOCA-19/2009-6.	Megfelel 401/VNL Terméktanúsítvány
25	CG_SZAM	SZAM	860	62852	423	38727	Max. 40 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 219 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 70 °C/751 nap/50év Gamma üzemi szimuláció: -, Gamma üzemzavari: - Dokumentum: 000006V00002VMA	Megfelel V01-18907_C34-2011 Tanúsítvány
26	CG_SZAM K6	SZAMK-6	60	6495	14	2255	Max. 35 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 100 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 70 °C/89 nap/10 év Dokumentum: LOCA-220-2007-6 Üzemzavari vizsgálat nem szükséges, mert a kábelek 90 perces tűzállósággal rendelkező, rendszerenként független betoncsatornában vannak fektetve.	Megfelel 345/VNL Terméktanúsítvány
27	CG_SZRM K	SZRMK	10148	830740	3355	368763	Max. 40 °C üzemi környezeti hőmérséklet. Egy részüknek üzemzavari, valamint súlyos baleseti körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 219 °C.) <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 70 °C/748 nap/50 év Gamma üzemi szimuláció: -, Gamma üzemzavari: - Dokumentum: 000006V00002VMA	Megfelel V01-18907_C35-2011 Tanúsítvány
28	CG_MGPI	MGPI	28	1248	28	1248	Max. 60 °C üzemi környezeti hőmérséklet. A kábeleknél üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 160 °C.) Ezért üzemi és üzemzavari-baleseti minősítésük is szükséges. Megfelelőségüket a csatlakozó berendezésével együtt megtörtént minősítő vizsgálatok gyártói dokumentumai igazolják	Megfelel: MGPI_adatlap / ETS1/KG50SEC_1.

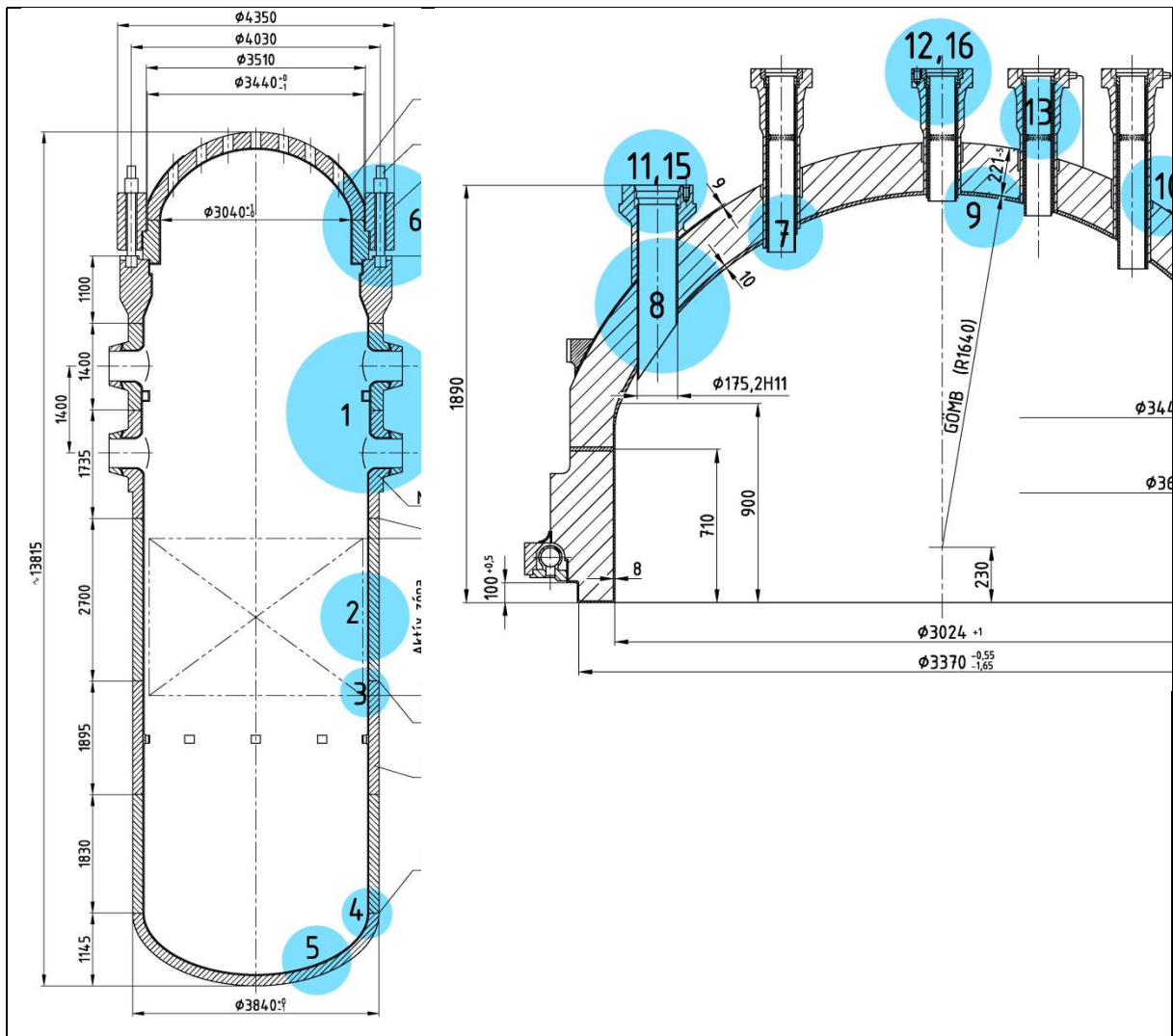
No	Commodity group	Típus-csoport	SR db	SR Hossz (m)	SR23 db	SR23 Hossz (m)	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
							<u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: Max. 135 °C igazolt 40 évre Gamma üzemi szimuláció: TID 2*10 ⁶ Gy, Dokumentum: MGPI adatlap / ETS1/KG50SEC 1.	
29	CG_FIREWALL	FIREWALL	64	266	64	266	Max. 46 °C üzemi környezeti hőmérséklet. A kábeleknak üzemzavari körülmények között is van funkciója. (Max. hőmérséklet 136 °C.) Ezért üzemi és üzemzavari-baleseti minősítésük is szükséges. Megfelelőségüket a csatlakozó berendezésével együtt megtörtént minősítő vizsgálatokat tartalmazó, beépítésük előtt beszerzett gyártói dokumentumok igazolják <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 150 °C/941 nap (40év max. 90 °C) Gamma üzemi szimuláció TDR 200,97 Mrad, Termikus/Gamma üzemzavari: LOCA/DBE profile of IEEE-323-1974, Dokumentum: Firewall III QR-5804 Qualification Report.	Megfelel: Firewall_III_QR-5804_Qualification_Report
30	CG_NTSCgEWöu	NTSCgEWöu	12	110	0	0	Max. 30 °C környezeti hőmérséklet. Üzemzavari körülmények között nincs funkciójuk. <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: Max 30 °C 48 évre igazolt Dokumentum: LOCA-19/2009-3	Megfelel: 370/VNL Terméktanúsítvány

Neutronfluxus-mérési vezetékek kábeleinek csoportjai

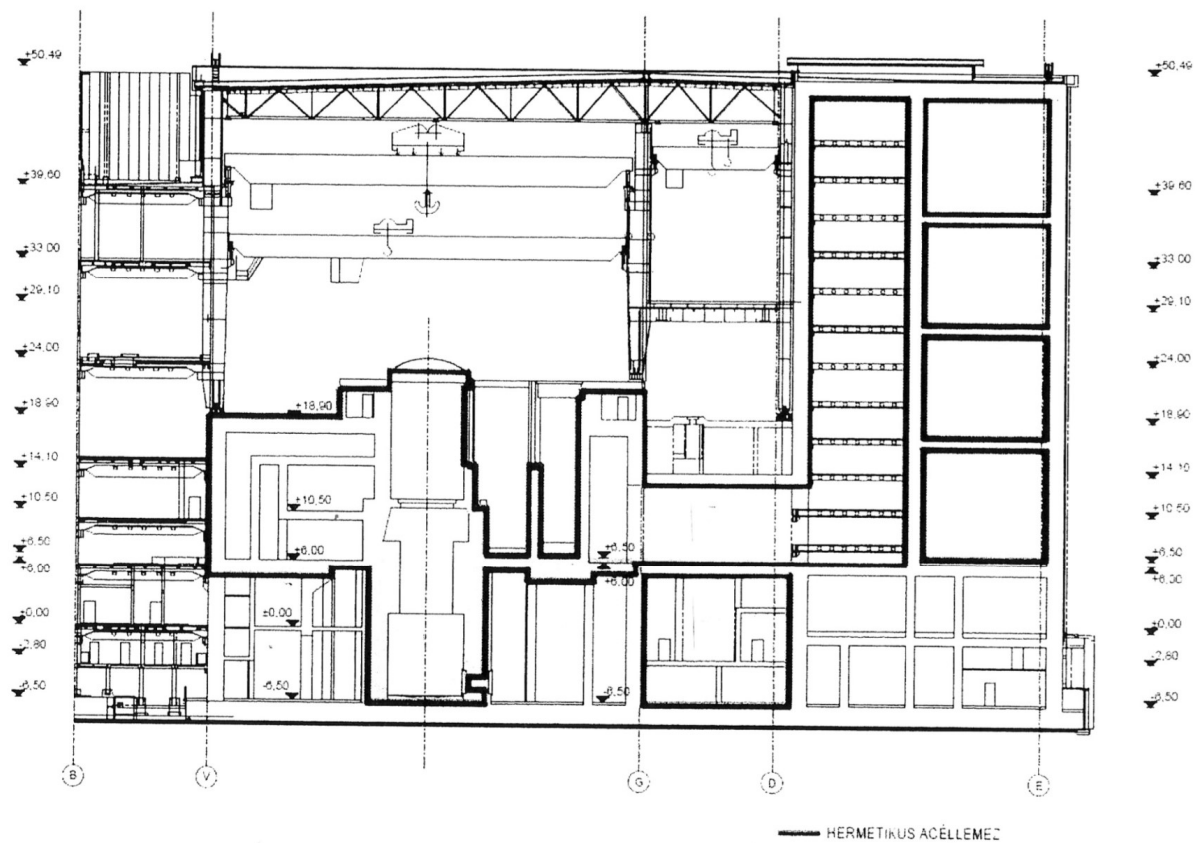
No	Commodity group	Típus csoport	Kábel db	Kábelhossz m	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
31	CG_JE-YCY	JE-YCY	48	6995	Max. 34 °C környezeti hőmérséklet. Üzemzavari körülmények között nincs funkciójuk. <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: Max 40 °C 38 évre igazolt Dokumentum: LOCA-19/2009-3	Megfelel: 359/VNL Terméktanúsítvány

No	Commodity group	Típus csoport	Kábel db	Kábelhossz m	Minősített állapot ismertetése, indoklása	Minősítettség
32	CG_KMPEV	KMPEV	24	3305	Max. 34 °C környezeti hőmérséklet. A kábelek számozott nyomvonalakon, kábelhelyiségekben futnak, üzemzavari hatások nem érintik ezeket. A 6. sorban leírtak alapján minősítésük megfelelő.	Megfelel: V01-24761_C11-2010, 412/VNL Terméktanúsítvány
33	CG_KPETI	KPETI	144	6945	Max. 27 °C környezeti hőmérséklet. A kábelek számozott nyomvonalakon, szekunder köri kábelhelyiségekben futnak, üzemzavari hatások nem érintik ezeket. <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 50 évre Max. 55 °C igazolt Dokumentum: Y-22012007-6	Megfelel: 350/VNL Terméktanúsítvány
34	CG_NHXHX	NHXHX Siepopyr	12	1655	Max. 32 °C környezeti hőmérséklet. A kábelek számozott nyomvonalakon, kábelhelyiségekben futnak, üzemzavari hatások nem érintik ezeket. A 17. sorban leírtak alapján minősítésük megfelelő.	Megfelel: 362//VNL Terméktanúsítvány
35	CG_NU-HXH	NU-HXH	288	11454	Max. 49 °C környezeti hőmérséklet. Üzemzavari körülmények: T üzemzavari=108°C, T sbk=120°C <u>Öregítések</u> Termikus üzemi szimuláció: 110 °C/35 nap/23 év Gamma üzemi szimuláció 52,6 kGy, Gamma üzemzavari: 33 kGy T max üzemzavari: 160 °C Dokumentum: LOCA-19/2009-5	Megfelel: 400/VNL Terméktanúsítvány
36	CG_NYY	NY Y	24	3585	Az érintett kábelek üzemszerűen Max. 34 °C környezeti hőmérsékleten üzemelnek. Az üzemi hőmérséklet szempontjából az ÜH végéig a megfelelőségüket a jelen táblázat 22. sorában leírtak igazolják.	Megfelel: 365/VNL Terméktanúsítvány

05.1.1-1. MELLÉKLET: A REAKTORTARTÁLY ROMLÁSI HELYEI



07.1.1.1-1. MELLÉKLET: A VASBETON KONTÉNMENT KIALAKÍTÁSA



Az ábrán a reaktorépület és a lokalizációs torony (a jobb oldalon) látható. A vastag vonal a hermetikus burkolat, amely a hermetikus helyiségek (a konténment) határa