

## **Az üzemidő-hosszabbítás nukleáris engedélyezéséhez végzett öregedéskezelési felülvizsgálatok (gépészeti rendszerelemek)**

Korábban az üzemidő-hosszabbítás (üh) nukleáris biztonsági és engedélyezési követelményeivel ismertettük meg az olvasót. Bemutattuk, hogy az üh nukleáris biztonsági engedélyezésének első szakaszában két fontos dolgot kell tennünk:

1. Kiterjesztjük, vagy a meghosszabbított üzemidőt figyelembe véve ismét elvégezzük azokat az öregedéselemzéseket, amelyek 30 évben korlátozták a nukleáris létesítmény üzemidejét (ezeket hívjuk korlátos időtartamra érvényes biztonsági elemzéseknek – röviden kibe).

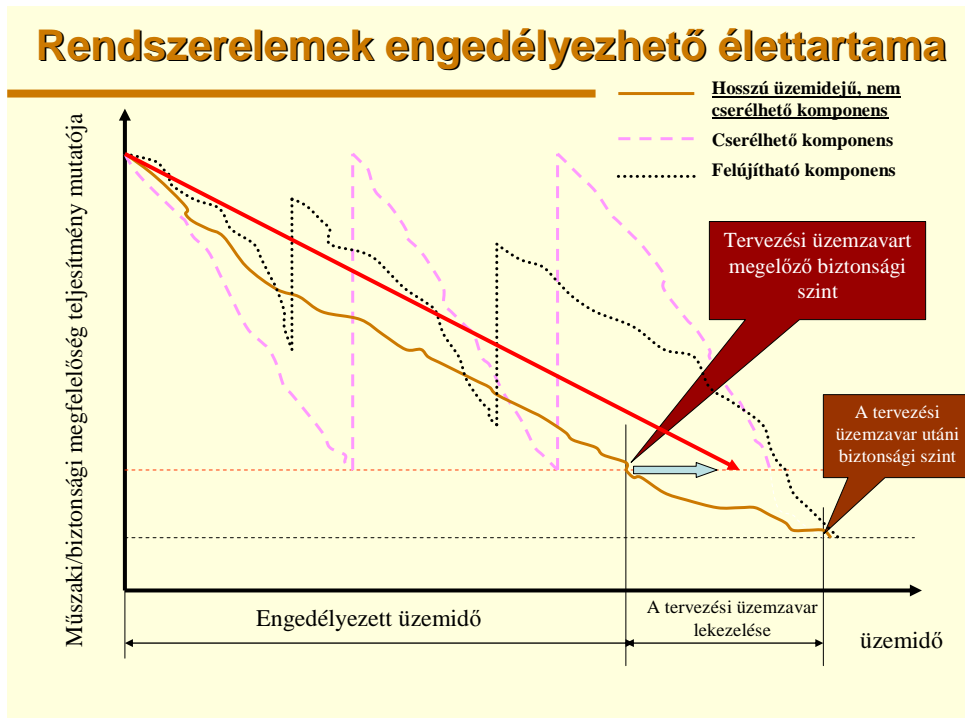
2. Felülvizsgáljuk a jelenleg alkalmazott öregedéskezelési programokat a korszerű műszaki követelmények szerint, s meghatározzuk ezek szükséges módosításait.

E havi cikkünkben az öregedéskezelési programok felülvizsgálatáról írunk, bemutatjuk azok tartalmát. Terjedelmi okok miatt a témát több, egymást követő írásban dolgozzuk fel. Jelen cikkünkben az általános szempontokra és főként a gépészeti rendszerelemekre (berendezésekre, komponensekre) koncentrálnak. Később írunk majd az építmények, épületek, valamint a villamos és irányítástechnikai berendezések öregedéskezelési programjainak felülvizsgálatáról.

Mielőtt belevágnánk a sűrűjébe, érdemes elgondolkodnunk azon, hogy mit jelentenek valójában az öregedés, illetve az öregedéskezelés szavak. Előre bocsátjuk azt, hogy e fogalmakról az olvasó a saját életét tekintve is képet alkothatott már, így nincs sok értelme egy tudományoskodónak tűnő meghatározásnak. Bármely létező életciklusa – akár a saját életünk is – olyan, hogy a kezdeti állapotból (születés) egy romlási folyamat eredményeként jut el a végállapotba (halál). Az ember példáját véve: először csak apró elváltozásokat veszünk észre (egyesekek öszülni, mások kopaszodni kezdenek), de amikor már a vérnyomásunk kezd emelkedni, vagy érezzük, hogy hátunk és térdizületünk is van, akkor rájövünk, hogy öregszünk. Az orvos előszeretettel ajánlja életvitelünk megváltoztatását, kímélő, egészséges életmódot, netán gyógyszeres kezelést is. Ha mindez sikeres és hatékony, akkor az idő múlása ellenére teljes értékű életet élhetünk, bár az öregedést semmi sem tudja megszüntetni. Ezt nevezzük öregedéskezelésnek!

Mindez érvényes az ember által létrehozott szerkezetekre, gépekre legyenek azok egyszerűek, vagy olyan bonyolultak, mint az atomerőmű. Azok élete a tervezéssel, gyártással, építéssel kezdődik, és a tönkremenetelig, illetve az üzemeltetésből való kivonásig tart. A két állapot között eltelt időszakban a műszaki állapot a környezet hatására és az üzemeltetésből származó igénybevételek miatt folyamatosan romlik, vagyis azok is öregszenek. E folyamatba be tudunk avatkozni, amit az 1. ábrán szemléltetünk. Az ábra segítségével értelmezhetjük az atomerőmű különféle rendszerelemeinek engedélyezhető élettartamát is.

A mű élettartamát a tervezési üzemzavar(ok) kezeléséhez szükséges minimális műszaki állapot korlátozza. A rendszerelemek műszaki állapotának olyan szintje ez, amikor még azok a tőlük elvárt biztonsági funkciójukat el tudják látni, de ez alatt már nem. Ekkor ezek műszaki szempontból már „halottnak” tekintendők, még akkor is, ha fizikailag nem mentek teljesen tönkre. Egy hétköznapi példa: tekintsünk egy kellően öreg személyautót, amelybe már az eső is beesik, a fékberendezése, világítása hol működik, hol nem, a motor kegyetlenül fogyasztja az olajat meg a benzint. Elvileg egy zárt területen, ahol másokat nem veszélyeztethetünk, használhatjuk a kocsit a saját felelősségünkre. Nyilvánvaló azonban, hogy közúti forgalomba a kocsi nem kerülhet, bár még működőképes, de ebben az állapotában már nem kapná meg az üzemeltetési engedélyt.



1. ábra: A rendszerleemtípusok romlása és üzemideje

Minden rendszerelemre létezik tehát egy olyan minimálisan előírt műszaki szint, amelynél a rendszerelem a biztonsági funkcióját teljesíteni tudja. Ennek a kedvező állapotnak fenntartására több lehetőség is van:

- (1) A cserélhető, kisebb értékű rendszerleemtípusokat kidobjuk, és újakkal helyettesítjük azokat. Ezt elvileg akárhányszor megtehetjük, ezért ezek a nukleáris létesítmény élettartamát nem korlátozzák (ilyen a legtöbb villamos és irányítás-technikai komponens).
- (2) Egyes berendezéseket felújíthatunk, vagy szükség esetén nagyobb rekonstrukciókkal javíthatjuk állapotukat (például szivattyúk, szerelvények).
- (3) Vannak olyan nagy értékű, nehezen, vagy igen nagy ráfordítás mellett cserélhető, hosszú üzemidejű, passzív rendszerleemtípusok, amelyek esetén nincs más lehetőség, mint a romlás mérséklése (kímélő üzemmenet), vagy a „megfelelőség megítélésébe beépített” konzervativizmus csökkentése. Ezek korlátozzák valójában a létesítmény üzemidejét, ilyen a konténment, a reaktor, a gőzfejlesztő.

Az elmúlt havi cikkünkben bemutattuk, mi az üh-program és az üzemidő-hosszabbítás engedélyezésének terjedelme (az ABOS 1-3+ osztályba tartozó rendszerelemek). Az öregedéskezelés jelenlegi programjainak felülvizsgálatát azonban elegendő a hosszú üzemidejű, passzív rendszerelemekre elvégezni, hiszen ezek korlátozzák az erőmű élettartamát, s ezeknél a funkcionális megfelelés nem tesztelhető, s a közvetlen beavatkozás, például a rekonstrukció lehetősége igen szűkös. Ez a fenti harmadik kategória. Az aktív (funkciójukat tekintve tesztelhető, karbantartható, javítható, felújítható) rendszerelemek esetében az öregedést a karbantartás hatékonyságának monitorozása által, az erre kiadott új hatósági útmutató szerint kezeljük, amiről majd egy későbbi cikkünkben írunk.

Közelebbről megvizsgálva passzív rendszerelemeknek tekintjük azokat, amelyek biztonsági funkciójukat mozgó alkatrészek, illetve alakjuk, tulajdonságuk változtatása nélkül látják el, így passzív az a rendszerem, amely passzív biztonsági funkciója a nyomástartás, az előírt közegáram megfelelő nyomáson történő szállítása, szerkezeti alátámasztás biztosítása a biztonsági komponensekhez, hőátadás biztosítása stb.

Az üh terjedelmét alkotó ABOS 1-3+ rendszerelemek száma az 1-4. blokkokra százezres nagyságrendű. A fenti szűrés után még mintegy 35 000 gépész, 6500 villamos és irányítás-technikai, valamint 2000 egyéb, például épület-tartószerkezet kerül a kiválasztott kategóriában. A nagy tételszám miatt nyilvánvaló, hogy az öregedéskezelés és annak felülvizsgálata során további ésszerűsítésre van szükség.

Fontosságuk miatt a fővízkör elemeit egyenként, külön-külön kezeljük. A nagyszámú többi rendszerelemet alkalmasan csoportosítani kell a munka egyszerűsítése céljából. Az USA erőművei és az NRC tapasztalatát és eljárását alkalmazva csoportokat képezhetünk olyan berendezésekből, amelyek típusa/konstrukciója, biztonsági osztályba való sorolása és öregedése (anyaga, a közeg és az igénybevételek) azonos, s ezért azok öregedéskezelési programja is lehet közös. Ezen öregedéskezelési csoportok (USA-terminológia szerint commodity group) száma hozzávetőlegesen 150, s ez már kezelhető sokaság.

Igazolni kell egy átfogó felülvizsgálattal, hogy a kitüntetett fontosságú, egyedi öregedéskezelési programmal rendelkező, valamint az említett csoportok öregedéskezelése alkalmas-e arra, hogy erőmű állapota (a biztonsági funkciók tekintetében) a követelményeket teljesíti a meghosszabbított üzemidő végén az öregedés ellenére. Lényegében azt kell igazolnunk,

hogy az öregedéskezelési programok megfelelnek a korszerű előírások szempontrendszerének, az öregedés (romlás) hatásait időben észlelni tudjuk, hogy a szükséges műszaki beavatkozásokat is idejekorán elvégezhessük. Mindez feltétele annak, hogy megújíthassuk az üzemeltetési engedélyt a tervezett 30 évről 50 évre.

Miután a teljes üh-követelményrendszer az USA tárgyi szabályozásának adaptációja, ezért adott, hogy az öregedéskezelési programok felülvizsgálatánál is az USA ajánlásait vegyük át. Az öregedéskezelési programjaink felülvizsgálatát az USA NUREG-1801 számú dokumentumának (népszerű nevén: GALL-jelentés „General Ageing Lessons Learned”) megfelelően, az alábbi tíz szempont szerint végeztük el.

A követelmények szerint az öregedéskezelési program akkor megfelelő, ha pozitív válaszokat kapunk az alábbi kérdésekre:

1. Öregedési hatások azonosítása:

A saját, a VVER üzemeltetői és az általános nemzetközi tapasztalatok figyelembevételével meghatároztuk-e azon romlási folyamatokat, amelyek felléphetnek/felléptek a felülvizsgált rendszerelemek esetében. Figyelembe vettük-e az elemzésnél mind a belső, mind a külső környezeti hatásokat, illetve az üzemviteli, karbantartói tevékenységek által okozott egyéb igénybevételeket.

2. Öregedést csökkentő és megelőző intézkedések:

Léteznek-e olyan megelőző intézkedések, amelyek alkalmasak a romlási folyamatok által okozott öregedési hatások csökkentésére, illetve kiküszöbölésére, és azok ésszerűen megvalósíthatók.

3. Ellenőrizendő paraméterek:

Meghatároztuk-e az öregedéskezelési programokban azokat a paramétereket, amelyek a romlási folyamatot, az öregedés hatását jellemző információkkal szolgálhatnak.

4. Öregedési hatások észlelése:

Az egyes berendezések lehetséges romlási folyamatainak elemzése alapján meghatároztuk-e azokat a romlási tüneteket, amelyek időben történő felfedezésével és megszüntetésével a berendezés meghibásodása, állapotának vagy megbízhatóságának megengedhetetlen romlása, illetve más romlási folyamatok megengedhetetlen

felgyorsulása elkerülhető. Az öregedési hatások észlelésének módját az üzemviteli és karbantartási utasításokban, a műszaki biztonsági felülvizsgálatokban (mft) és az azokhoz kapcsolódó üzem közbeni vizsgálatokban, tesztekben szabályozzák, így elsősorban azok felülvizsgálatát végeztük el, miközben meghatároztuk azokban a szükséges módosításokat is.

5. Monitorozás és trendfigyelés:

Meghatároztuk-e a monitorozás és trendfigyelés módját.

Összehasonlítottuk-e a monitorozásra kijelölt paraméterek adatgyűjtési gyakorlatát a 3. szempont elvárásával, és meghatároztuk az adatgyűjtési gyakorlatunk hiányosságait.

6. Értékelési kritériumok:

Meghatároztuk-e a rendszerelemeink műszaki állapota megítélésének szabványi és egyéb normatív kritériumait. Munkánk során főként az ASME BPVC szabványból származó műszaki követelményeket adaptáltuk.

7. Javító intézkedések meghatározása:

Rendezett-e a programjainkban a nem megfelelőségek kezelési módja.

8. Visszacsatolási folyamat:

Megtörténik-e, a berendezések állapotának ellenőrzéséből és a rendellenességek kivizsgálásából származó információk visszacsatolása az öregedéskezelési programjainkba.

9. Adminisztratív ellenőrzés hatékonysága:

A vonatkozó NBSZ-követelmények előírják, hogy öregedéskezelési rendszert kell az atomerőmű teljes üzemideje alatt működtetni. A rendszer megfelelő működéséhez biztosítani kell az adminisztratív ellenőrzés lehetőségét, amely az öregedéskezelési program tervezésétől a végrehajtáson át a döntések jóváhagyásáig és az eredmények visszacsatolásáig tart. A felülvizsgálatunkban arra kerestük a választ, hogy az öregedéskezeléssel kapcsolatos programjainkban ezen adminisztratív ellenőrzési lehetőségek megjelennek-e vagy sem, illetve az öregedéskezelésért felelős szervezet számára biztosított-e az információkhoz való hozzáférés lehetősége.

10. Üzemeltetési tapasztalatok:

Az üzemeltetési tapasztalatok figyelembevétele az atomerőmű biztonságos és gazdaságos üzemeltetésének egyik alapvető feltétele. Azt vizsgáltuk, hogy a PA Zrt. megfelelően gyűjti, értékeli és rendszerezi-e más atomerőművekben szerzett, elsősorban a romlási folyamatokkal kapcsolatos tapasztalatokat, illetve a saját eseménykivizsgálásai bázisán elvégzi-e ezen eseményeknek az érintett rendszer-elemek öregedésére gyakorolt hatásainak elemzését is.

Még mielőtt a felülvizsgálat tapasztalatairól szólnánk, hangsúlyoznunk kell azt a tényt, hogy a paksi atomerőműben már a létesítéstől kezdve folyik öregedéskezelést szolgáló tevékenység. Ilyenek például a műszaki biztonsági felülvizsgálatok, anyagvizsgálatok, próbák, tervszerű megelőző és korrekatív karbantartás. Mindezek önálló programok (utasítások, eljárások) szerint folynak. Nyilvánvaló, hogy az öregedéskezelési programok tulajdonképpen a felülvizsgálatok, ellenőrzések, karbantartások programjaiból állnak össze. A felülvizsgálatunk során azt kellett megvizsgálni, hogy a jelenlegi szerteágazó tevékenységünk összességében teljesíti-e az öregedéskezelési programok megfelelőségére vonatkozó tízpontos követelmény-rendszert. Ha igen, a jelenlegi gyakorlatot kell folytatnunk. Ha nem, meghatározzuk a hiányokat, és javaslatot teszünk a programok módosítására.

A felülvizsgálatok alapján az alábbi általános tanulságok, megállapítások tehetők:

Az ABOS 1 besorolású berendezések öregedéskezelése megfelelőnek tekinthető, de azok programjaiban érvényesíteni kellett az ASME BPVC követelményeit.

Az ABOS 2 besorolású rendszerelemek esetében az öregedéskezeléssel összefüggő folyamatok, tevékenységek általában megfelelően dokumentáltak, így azok felülvizsgálata is elvégezhető volt. Az ABOS 3 és ABOS 4 besorolású rendszerelemek részben vagy egyáltalán nem dokumentáltak, sőt sok helyen üzemi tapasztalat sem állt rendelkezésre (pl. milyen korróziós tényezők befolyásolják a szivattyúházak üzemidejét).

Az ABOS 1 osztályba tartozó, kiemelt fontosságú berendezések öregedéskezelése megfelelő. Az ABOS 2, 3 és a biztonsági osztályba nem sorolt, de valamilyen megfontolás alapján mégis a terjedelemben tartozó berendezések esetében a számos hiányosság, javítanivaló akadt. Így nem lehet az öregedési folyamatok körét teljesnek tekinteni, szükség van például a mikrobiológiai korrózió kezelését szolgáló programra a 2. biztonsági osztályba tartozó hőcse-

rélők esetében. A megelőző intézkedéseket ki kell egészíteni például a szerelvények karbantartási utasításai esetében. A romlási, károsodási folyamatokat jellemző paramétereket ismerjük, eltekintve egyes speciális szerkezetek esetétől. Egyes öregedési hatások észlelése nem biztosított, mint a szerelvényházak korróziója vagy a termikus ridegedés esetében. Monitorozás és trendfigyelés tekintetében az egyedi meghibásodások eredményeinek az összegyűjtésére és tapasztalatainak feldolgozására a vonatkozó eljárásrendek nem térnek ki a meghibásodási trendek felvételére. Számos esetben hiányoznak a megalapozott elfogadási kritériumok, s ezen a téren különösen fontos a fáradáselmzésekből származó ciklusszámkorlátok meghatározása. Egyes öregedési hatások tekintetében nincsenek előre meghatározott javító intézkedések. Az üzemeltetési tapasztalatok öregedés és élettartam vonatkozású kiértékelése és visszacsatolása nem megfelelő.

Mindezek a hiányosságok műszaki intézkedésekkel felszámolhatók. Ezeknél sokkal fontosabb következtetés azonban, hogy a hatékony, eredményes öregedéskezelés – ami a biztonságos továbbüzemelés feltétele – társaságunk szinte minden dolgozójának erőfeszítését és összehangolt munkáját igényli, hiszen a paksi atomerőmű öregedéskezelési programjának elemei a megfelelő karbantartási, anyagvizsgálati és műszaki felülvizsgálati programok végrehajtásával valósulnak meg. Ezek együtt, egységes elveknek megfelelően garantálják a programok szakmai megfelelőségét, s ezt ellenőriztük a felülvizsgálat tíz pontja szerint. Minden öregedéskezelési program műszaki-tudományos szempontból egységes rendszert képez, de annak egymással összefüggő tartalmi elemeit a társaság különböző szakmai szervezetei hajtják végre. Rendkívül fontos, hogy az öregedéskezelési részfeladatok elvégzésében és az információ begyűjtésében, koordinált munka és megfelelő együttműködés alakuljon ki az öregedéskezelésért felelős szervezet, a berendezésfelelősök, a rendszerfelelősök, az üzemi eseményeket kivizsgálók, a meghibásodások elhárítását és rekonstrukciókat irányítók, a karbantartók, az anyagvizsgálók és más, öregedési információt kezelő, illetve öregedési információhoz jutó szakemberek között. Ez a megoldásra váró nagy feladat, s ha ez sikerül, a műszaki problémákat meg fogjuk oldani.

Dr. Katona Tamás – Rátkai Sándor – Kovács Ferenc