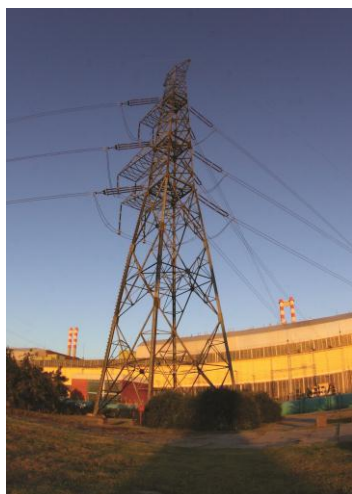


Az üzemidő-hosszabbításról

(Megjelent az Atomerőmű című és az Elektrotechnika című lapokban)



A PAKSI ATOMERŐMŰ VVER-440/213 TÍPUSÚ BLOKKJAI ÜZEMIDEJÉNEK MEGHOSSZABBÍTÁSA

A cikk bemutatja a paksi atomerőmű 1. blokkja üzemidő hosszabbításának engedélykérelmét megalapozó felülvizsgálatokat és elemzéseket, annak műszaki tartalmát és terjedelmét. A cikk demonstrálja a jogszabályban megkövetelt biztonságos üzemeltethetőség feltételeinek meglétét.

BEVEZETÉS

A paksi atomerőmű négy, VVER-440/213 blokkjának – eredetileg 30 üzemévre érvényes – üzemeltetési engedélye a végéhez közelít. A 2000-ben készített részletes megvalósíthatósági tanulmány szerint lehetőség van az üzemidő további 20 évvel történő meghosszabbítására, mivel – köszönhetően az üzemeltetési és karbantartási gyakorlatnak, a szerkezetek és rendszerelemek robusztus konstrukciójának, illetve a számos felújításnak és biztonságnövelő intézkedésnek – az erőmű állapota lehetővé teszi a további biztonságos üzemelést.

A paksi atomerőmű üzemidő hosszabbításának előkészítése – beszámítva a tárgyban az 1992-ben publikált első, elvi jelentőségű dolgot – csaknem két évtizedes történet. 1999-ben az Paksi Atomerőmű Zrt. közgyűlése megbízta a cégvezetést, hogy dolgozza ki az atomerőmű működésének középtávú stratégiáját, beleértve az üzemidő hosszabbítás műszaki-gazdasági működési és jogi feltételeinek értékelését. A tervezett élettartamon túli üzemeltetés mint stratégiai cél megvalósíthatóságát a Társaság a Villamosenergiaipari Kutató Intézet Rt. és Ernst&Young Kft. közreműködésével megvizsgálta, és megállapította, hogy az üzemidő hosszabbításnak nincsen műszaki vagy biztonsági akadálya, üzleti szempontból pedig megalapozott és messzemenően nyereséges vállalkozás. 2001-ben a Magyar Villamos Művek (MVM) Zrt. igazgatósága, majd a Paksi Atomerőmű Zrt. (PA Zrt.) közgyűlése elfogadta a Társaság jövőképét, amelynek két fő eleme a teljesítménynövelés és a blokkok tervezett élettartamon túli üzemeltetése lett. A célok megvalósításának előkészítésére a Társaság egy projektet indított, lévén a feladat műszaki és jogi szempontból egyaránt úttörő jellegű, előzmények nélküli volt. Ez alapozta meg a Társaság, illetve a tulajdonos végleges stratégiai

döntését a tervezett élettartamon túli üzemeltetés és a teljesítmény növelés megvalósítása tárgyában, 2003-ban. A közelmúltban a reaktorok hőteljesítményének 8%-os növelésével a nettó villamos teljesítmény 440 MW-ról 500 MW-ra nőtt, így tovább erősödtek az erőmű piaci pozíciói, és nőtt versenyképessége is, ami a hosszú távú üzemeltetés gazdasági ésszerűségét is alátámasztja.

Az üzemidő hosszabbítás előkészítése több szálon futott. Egyik első lépésként, 2003-ban a PA Zrt. elindította az üzemidő hosszabbítás környezetvédelmi engedélyeztetési eljárását a 20/2001. Kormányrendelet előírásai szerint. Az előzetes környezeti hatástanulmányt elbírálva 2005-ben a hatóság kiadta a részletes hatástanulmány készítését előíró határozatát. 2006-ban elkészült a paksi atomerőmű üzemidő hosszabbítása környezeti hatástanulmánya, amely megállapította, hogy az üzemidő hosszabbítás környezetvédelmi szempontból megvalósítható. 2006-ban lezajlottak a közmeghallgatások: Pakson a hatósági, míg Kalocsán önkormányzati közmeghallgatás történt. Jóllehet az üzemidő hosszabbítás nem eredményez jelentős mértékű országhatáron átterjedő hatást, az Espoo-i Egyezmény alapján Ausztria, Horvátország és Románia részt vett az engedélyeztetési folyamatban. Mindhárom ország képviselőivel konzultációkra került sor, szervezett közviták zajlottak, amelyek sikeresen zárultak. 2006-ban a hatóság kiadta az erőmű 20 évvel történő továbbüzemelésére vonatkozó környezetvédelmi engedélyt. A határozat ellen az eljárásban ügyfélnek minősülő Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület fellebbezést nyújtott be. A fellebbezés nyomán született másodfokú határozat jóváhagyta a kiadott engedélyt. Ez ellen az Energia Klub keresetben bírósághoz fordult, kérve a másodfokú határozat hatályon kívül helyezését. A bíróság elutasította a keresetet, így az eljárás eredményeként a PA Zrt. érvényes környezetvédelmi engedéllyel rendelkezik az üzemidő hosszabbítás végrehajtására.

A 89/2005. Kormányrendelettel kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzatok, illetve az ehhez kapcsolódó útmutatók megadták a követelményeket és a jogi kereteket az üzemidő hosszabbítás engedélyezéséhez. 2008-ban a követelményeknek megfelelően a PA Zrt. elkészítette és az Országos Atomenergia Hivatalhoz benyújtotta a paksi atomerőmű 1-4. blokkjaira a tervezett üzemidőt 20 évvel meghaladó üzemeltethetőség feltételeinek megteremtésére irányuló programot, amelyet a hatóság 2009-ben határozatban rögzített feltételekkel elfogadott, s a PA Zrt. megkezdte az programban előirányzott feladatok végrehajtását. Ennek eredményeként 2011-ben az 1. blokkra a PA Zrt. elkészítette a nukleáris engedélykérelem dokumentációját a 118/2011. (VII. 11.) számú Kormányrendelet rendelkezései szerint, és jóváhagyásra benyújtotta az Országos Atomenergia Hivatalhoz.

Az üzemidő hosszabbítás előkészítését országos érdeklődés kísérte. A felmérések egyértelmű társadalmi támogatást igazoltak, amelynek legszebb példája az Országgyűlés 2005-ben hozott határozata, amelyben támogatja a paksi atomerőmű üzemidő hosszabbítását.

A jelen dolgozatban bemutatjuk a paksi atomerőmű 1. blokkja üzemidő hosszabbításának engedélykérelmét megalapozó felülvizsgálatokat, az elemzések eredményét és a biztonságos üzemeltethetőséget megvalósító komplex rendszert.

AZ ÜZEMIDŐ-HOSSZABBÍTÁS ÉS ENGEDÉLYZÉSÉNEK KONCEPCIÓJA



Az atomerőmű blokkjainak tervezett üzemidőn túli üzemeltetéséhez a 118/2011. (VII. 11.) számú Kormányrendelet 17.§ szerint az Országos Atomenergia Hivatal engedélyre van szükség. Az üzemidő biztonságos és gazdaságilag ésszerű meghosszabbítását azonban komplex módon kell értelmezni, s nem szabad csak a formális újraengedélyezési szempontokra korlátozni. Az atomerőmű üzemeltetése mindenképp megköveteli a biztonság iránti elkötelezettséget, melynek meglétét az atomerőműben végrehajtott biztonságnövelő programok és intézkedések demonstrálják, amelyek eredményességét a 2011-ben végrehajtott célzott biztonsági felülvizsgálat is bizonyította. Az üzemidő-hosszabbítás egy sajátos üzemeltetői attitűdöt is megkövetel. Egyfelől az üzemidő meghosszabbítás előtérbe helyez bizonyos tevékenységeket és képességeket, mint:

- a saját és az azonos típusú blokkok jellemző öregedési jelenségeinek ismerete,
- az öregedési folyamatok monitorozással, öregedéskezeléssel megvalósított felügyelete,
- a korábban nem tapasztalt öregedési jelenségek felismerésének képessége,
- a jó üzemeltetői gyakorlat és tapasztalatok átvétele és alkalmazása, a tapasztalatok visszacsatolása.

Másfelől a biztonságos és gazdaságos továbbüzemelés megvalósításához olyan üzemeltetői gyakorlatra van szükség, amely az alkalmazott műszaki eszközök, módszertanok és ellenőrzési folyamatok mindenre kiterjedő, teljes rendszerét eredményezik. A teljesség a feladat komplexitásának megfelelő üzemeltetői rendszer meglétét jelenti, azaz:

- az üzemeltetői programok összességének – az öregedéskezelési, a tervszerű megelőző karbantartási, felújítási stb. programokat – le kell fednie az erőmű összes rendszerét, rendszerelemét;
- biztonsági osztályba sorolt rendszerek, rendszerelemek esetén az erőművi programoknak és gyakorlatnak garantálniuk kell a biztonsági funkciók megmaradását a meghosszabbított üzemidőre, sőt bizonyos tartalékkal azon túl is, s meg kell felelniük a hatósági előírásoknak; alkalmazni kell és célszerű a biztonsági relevancia szerint differenciálás elvét;
- biztonsági osztályba nem sorolt rendszerelem esetén a program komplexitása attól függ, hogy az adott rendszer mennyire fontos az energiatermelés szempontjából, így alkalmazható például a tervszerű megelőző karbantartás és néhány esetben a meghibásodásig tartó működés elve is;
- minden öregedési folyamatot figyelembe kell venni, különös tekintettel azokra, amelyeknek hatásuk van vagy lehet a biztonsági funkciókra.

Az üzemeltetői rendszerben minden erőművi programot, tevékenységet figyelembe kell venni, azaz a rutinszerű fenntartási tevékenységet és a hosszú távú üzemeltetés szempontjából specifikus tevékenységet egy egységben kell kezelni, kihasználva a kettő közötti szinergiákat. Nyilvánvaló, hogy a fentiekben vázolt rendszer értéke nem annak tudományos újdonságából ered, hanem az erőművi öregedési problémák kezelését szolgáló kipróbált módszerek pragmatikus alkalmazásából úgy, hogy közben megvalósul egy sajátos egyensúly az üzemeltetés biztonsága és gazdaságossága között.

Az üzemidő-hosszabbítás előkészítésének legfontosabb feladatai a meghosszabbított üzemidő alatti biztonságos üzemeltetést szolgáló tevékenység megfelelő voltának igazolása, illetve az engedély megújításának megalapozása voltak, azaz:

- A. A rendszerelemek öregedési folyamatait időben észlelő és az öregedés hatását hatékonyan csökkenteni képes öregedéskezelési programok kidolgozása, illetve a korábban alkalmazott programok alkalmasságának felülvizsgálata és szükségszerű módosítása;
- B. Az erőmű állapotának (ezen belül kiemelten kezelve a legfontosabb rendszereket, rendszerelemeket) állapotának felmérése és annak igazolása, hogy azok további 20 éves üzemeltetésre megfelelő állapotban vannak;
- C. Az üzemidő korlátot jelentő öregedés-elemzések körének felmérése, az elemzések érvényességének kiterjesztése vagy azok újraértékelése az üzemidő-hosszabbítás időszakára;

- D. Környezetállósági vizsgálatok elvégzése, illetve a korábbi minősítések kiterjesztése az érintett villamos és irányítástechnikai berendezés körnél;
- E. A jogszabály szerint előírt engedélyezési dokumentáció összeállítása az engedélyezési eljárás megindításához;

Fenti feladatok végrehajtása a hazai előírások szerint elengedhetetlenek az engedély megújításához. E feladatok nagyban támaszkodnak a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség tárgyi előírásaira, az USA atomerőművek üzemidő-hosszabbítási tapasztalataira, illetve az ahhoz társított követelményekre, s más nemzetközi tapasztalatokra.

A fent vázolt elvek szisztematikus alkalmazását és azok teljesülését a 118/2011. (VII. 11.) számú Kormányrendelet által megkövetelt engedély-dokumentációban kell igazolni.

AZ ÖREGEDÉSKEZELÉS FELÜLVIZSGÁLATA

AZ ÖREGEDÉSKEZELÉS TERJEDELME

Az üzemeltetési engedélyt a biztonság mérlegelése alapján újítják meg, tehát az eljárás kiterjed az összes olyan biztonsági osztályba sorolt rendszerre, amelyeknek a teljes üzemidő során, rendeltetés szerinti biztonsági funkciót kell ellátniuk. Azokat a nem biztonsági funkciójú rendszer elemeket is be kell vonni a mérlegelés körébe, amelyek meghibásodása akadályozhatja/befolyásolhatja a biztonsági funkcióval rendelkező rendszereket, rendszer elemeket feladatuk ellátásában.

Az öregedéskezelés tárgyát képező rendszer elemek meghatározása két lépésből áll. Először a rendszerek fent meghatározott terjedelmét kell kijelölni, majd ebből a teljes terjedelemből kell a passzív, hosszú élettartamú szerkezeteket, rendszer elemeket kiválasztani, miután ezek korlátozzák az erőmű élettartamát, így ezek tartoznak az üzemidő-hosszabbítás terjedelmébe. Az aktív biztonsági funkcióval rendelkező rendszer elemek a karbantartás és a karbantartás hatékonyságának ellenőrzésére bevezetett programok, illetve szükség esetén a felújítások és tervezett cserék terjedelmébe tartoznak, amelyet az üzemeltető az üzemidő-hosszabbítástól függetlenül is végez, s annak eredményeiről, tapasztalatairól a hatóságnak rendszeres jelentésekben köteles beszámolni.

A fenti eljárás alapján megállapított öregedéskezelési terjedelemben az 1. blokkon mintegy 25 ezer rendszer elem tartozik, ezek esetén kell hatékony öregedéskezelési programokkal rendelkezni. E rendkívül nagyszámú rendszer elem öregedéskezelése egyesével nem indokolt, sőt majdnem lehetetlen lenne, így további műszaki megfontolásokat kellett tenni a feladat megvalósíthatósága érdekében.

AZ ÖREGEDÉSKEZELÉSI PROGRAMOK STRUKTÚRÁLT SZERVEZÉSE

Differenciált, fokozatos megközelítést alkalmaztunk az adott szerkezet vagy rendszerelem biztonsági jelentősége, valamint az adott öregedési folyamatnak az erőmű élettartamát korlátozó jellege, jelentősége szerint. Ennek megfelelően a rendszerelmeket két kategóriába osztottuk fel:

- A nukleáris biztonság szempontjából kiemelt fontossággal bíró rendszerlemek, mint a reaktortartály vagy a reaktor hűtőkör fő berendezései, azaz az 1. biztonsági osztályba sorolt és néhány 2. biztonsági osztályba sorolt szerkezetre. E rendszerelem körre egyedi öregedéskezelési programokat dolgoztunk ki;
- Öregedéskezelési csoportokat képeztünk, azaz olyan rendszerelem halmazokat, amelyekben a rendszerlemek vagy építési szerkezetek hasonló konstrukciójúak és anyagúak, azonos közegben működnek, így hasonló módon öregszenek, ezért elegendő közös programmal kezelni őket. A gépészeti rendszerlemeket tekintve mintegy kilencven öregedéskezelési csoportot határoztunk meg, az építési szerkezetek öregedéskezelési csoportjainak számát közel harmincban állapítottuk meg, a villamos és irányítástechnikai csoportok számára tizenhat adódott. Így a 25 ezer rendszerelemet közel másfél száz öregedéskezelési programmal kezelni tudtuk.

A fenti programok alkalmasságának igazolása képezte az üzemidő-hosszabbításhoz szükséges engedélydokumentáció egyik fontos fejezetét. Az öregedéskezelési programok alkalmasságának igazolását megelőzően szükség volt a korábbi öregedéskezelési gyakorlat teljes körű felülvizsgálatára is, a már meglévő programok szükségzerű módosítására, illetve néhány esetben újak készítésére. A felülvizsgálatnál a 4.12. számú hatósági útmutató öregedéskezelési programok szerkezeti és tartalmi elemeire vonatkozó ajánlásait követtük, amelyek az USA gyakorlatával és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség elvárásaival összhangban vannak.

A RENDSZERELEMEK ÁLLAPOTÁNAK FELMÉRÉSE

Az üzemidő-hosszabbítás megalapozásához igazolni kell, hogy a rendszerlemek állapota lehetővé teszi a továbbüzemelést. Az atomerőmű rendszerei és építési szerkezetei állapotának ellenőrzése már az üzembe helyezéstől kezdve folyik. Az erre vonatkozó ellenőrzési programok, időszakos ellenőrzések rendszere magában foglalja a roncsolásos és a roncsolásmentes vizsgálatokat egyaránt. Az elmúlt évek során a vizsgálatok műszaki színvonala folyamatosan fejlődött, úgy az eszközök, mint az eljárások tekintetében. A

vizsgálatok az Európai Vizsgálatminősítő Testület (ENIQ) által javasolt módszerek szerint folynak és minősítettek.

A rutinszerű és az atomerőművi gyakorlatnak megfelelő állapot-ellenőrzés ellenére, a hatósággal egyeztetett terjedelemben és módszerrel külön vizsgálatokra is sor került az összes kiemelten fontos rendszerelem és építési szerkezet állapotának értékelése céljából. E vizsgálatok főként olyan szerkezeti helyeken történtek meg, amelyek nem részei az időszakos ellenőrzéseknek, de az élettartamot korlátozó öregedési folyamatok elemzése alapján az egyszeri vizsgálat szükségesnek látszott. E vizsgálatok mintavételezéses és mikro-roncsolásos technikák alkalmazásával történtek annak igazolására, hogy a beépített szerkezeti anyagok mechanikai tulajdonságainak (például folyáshatár, szakító szilárdság, törési szívósság) jelenlegi értékei a tervek szerinti megkövetelt értékeket meghaladják még a tervezett üzemidő-hosszabbítás időszakában is. Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható volt, az atomerőmű építési szerkezetei és berendezései a továbbüzemeltetésre alkalmas állapotban vannak, hibamentesek, az anyagjellemzők értékei a megkövetelt értékek felett vannak.

AZ ÉLETTARTAMOT KORLÁTOZÓ ÖREGEDÉSI FOLYAMATOK ELEMZÉSE

Egyes öregedési folyamatok elemzését ab ovo a tervező elvégzi, és igazolja, hogy a tervezett üzemidő alatt a rendszerelem integritása, funkciója megmarad. Ilyenek az eróziós-korrózió, a fáradás vagy a neutron-besugárzás által kiváltott ridegedés elemzések. Ezeket az elemzéseket a tervező a körülményekre, a terhekre és hatásokra tett feltételezések alapján végzi el az adott műszaki követelményeknek megfelelően, figyelembe véve a célként kitűzött üzemeltetési időszakot. Az elemzésekből megállapított élettartam-korlátok, illetve az elemzések maguk is érvényüket veszítik, illetve veszíthetik, ha az üzemidőt a tervezetten túl meghosszabbítják és/vagy a körülmények jellemzői és a terhelési ciklusok gyakorisága megváltozik. Ezért az üzemidő-hosszabbítás megalapozása keretében el kellett végezni ezen elemzések felülvizsgálatát, ha lehet, érvényességük kiterjesztését, azaz igazolni kellett, hogy azok megállapításai, következtetései érvényesek maradnak a meghosszabbított üzemidőre is.

Az elemzések körét a tervező által elvégzett elemzések, a mai elvárásokat is tükröző Végleges biztonsági jelentés, valamint a nemzetközi gyakorlat alapján, több mint harminc USA, orosz, spanyol, atomerőmű hasonló elemzéseinek áttekintése után határoztuk meg, különös tekintettel a paksi sajátosságokra és egyedi problémákra. Összesen 27 féle elemzést végeztünk el, mint például a reaktortartály nyomás alatti hősokk elemzését, a gépészeti, tartó és daru szerkezetek kifáradás elemzését, a korlátozott időre érvényes környezetállósági vizsgálatokat,

továbbá az anyagtulajdonság időbeli változásának értékelésére irányuló célvizsgálatokat. Az elemzések kimenetelére két lehetőség adódott:

- A legtöbb esetben a kiterjesztett vagy ismételten elvégzett elemzések eredményei igazolták, hogy a megadott korlátokat (például terhelési ciklus-számot) a vizsgált szerkezet nem éri el, így az üzemeltethetőségre vonatkozó megállapítás érvényes a meghosszabbított üzemidőre is;
- Egyes esetekben a kiterjesztett vagy az ismételten elvégzett elemzések/vizsgálatok eredményei a meghosszabbított üzemidőnél rövidebb idejű üzemeltethetőséget igazoltak, ezért célzott öregedéskezelési programot vagy más intézkedést (például a berendezés cseréjét, felújítást, későbbi megismételt vizsgálatot) kellett alkalmazni, illetve tervbe venni az adott probléma kezelésére.

AZ 1-ES BLOKK ÜZEMIDŐ-HOSSZABBÍTÁSÁNAK ENGEDÉLYKÉRELME

A Paksi Atomerőmű Zrt. az 1. blokk vonatkozásában elvégezte az e követelményekből származó, valamint az üzemidő-hosszabbítás programjában időarányosan előírányzott feladatokat, azaz:

- A Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség környezetvédelmi engedélyében meghatározott, az 1. blokkra előírt és időarányosan esedékes feladatokat. Ilyen volt például a telephely szeizmicitásának felülvizsgálata, amely megtörtént a 2007. évi időszakos biztonsági felülvizsgálat során;
- A VVER 440/213 típusú blokkok tervezési alapjának felülvizsgálata és rekonstrukciója;
- A paksi atomerőmű átfogó öregedéskezelési rendszerének kialakítása, a konkrét rendszerelemek/csoportok öregedéskezelési programjainak kidolgozása, biztosítva ezzel azt, hogy az öregedéskezelés terjedelmébe tartozó rendszerelemek állapota, biztonsági funkciója folyamatosan monitorozva legyen a kiterjesztett üzemidő során;
- Az atomerőmű műszaki állapotának felmérése és a rendszerelemek alkalmasságának igazolása a meghosszabbított üzemidőre;
- A karbantartás hatékonyságának monitorozására szolgáló rendszer kialakítása, bevezetése, s a tapasztalatok negyedéves rendszerességgel történő jelentése a hatóság számára;
- A villamos és irányítástechnikai rendszerelemek környezetállósági minősítése;

- Az élettartamot korlátozó, s korlátozott időtartamra érvényes öregedéselemzések felülvizsgálata, elvégzése, s az elemzések eredményei alapján szükséges intézkedések megtétele.

A munka legfontosabb elemeit a fentiekben ismertetettük. A teljes tevékenységet és annak eredményeit az 1. blokki Üzemidő-hosszabbítási Engedélykérelmet Megalapozó Dokumentáció tartalmazza, amely terjedelmében meghaladja a másfél ezer oldalt. A teljes háttér dokumentáció mintegy hetvenezer oldal terjedelmet képvisel. Ez képezi az engedélykérelem megalapozását, s igazolja az 1. blokk további húsz évvel történő biztonságos üzemeltethetőségét.

SZINERGIÁK



A paksi blokkok üzemidő-hosszabbítási programjában meghatározott intézkedések kapcsolatban vannak az üzemeltető szinte minden más tevékenységével. A társaság különféle tevékenységei közötti szinergiákat ki lehet, és ki kell használni.

Nyilvánvaló, hogy a teljesítménynövelés többszörösen összefügg az üzemidő-hosszabbítással: egyfelől javította a versenyképességet, másfelől pedig ellenőrizni kellett, nem hat-e a teljesítménynövelés az élettartamot korlátozó folyamatokra. A turbina kondenzátorok cseréjével, ami egy megbízhatóságot, termelési érdeket szolgáló átalakítás volt, meg lehetett valósítani a magas pH értékű szekunder körü vízüzemet, így meg lehet védeni a gőzfejlesztőket a korábban jellemző hőcserélő cső feszültségkorróziójától.

A fukushimai tragédia tanulságaira tekintettel a biztonság, a biztonságnövelés és az üzemidő-hosszabbítás összefüggése kiemelt figyelmet kapott. Az elmúlt években a paksi atomerőműben átfogó biztonságnövelő programot hajtottak végre, s ennek keretében jelentős átalakítások történtek. Ennek köszönhetően a zónasérülés gyakorisága a $\sim 10^{-5}$ /év szintre csökkent. Itt nyilvánvaló pozitív kapcsolat létezik, hiszen a biztonságnövelés nélkülözhetetlen előfeltétele volt az üzemidő-hosszabbításnak, továbbá a biztonság és az üzemeltető biztonság iránti elkötelezettsége a lakossági elfogadottság legfontosabb feltétele. A biztonságnövelés azonban közvetlen vagy implicit műszaki előnnyel is jár. A biztonságnövelő átalakítások miatt egyes rendszereket vagy azok létfontosságú részeit felújították, azok újszerű állapotba kerültek. Néhány esetben a biztonságnövelő intézkedések közvetlen hatással vannak az élettartamot korlátozó folyamatokra. Így például a térfogat-kiegyenlítőn telepített új

nyomásszabályozó szelepek biztosítják a reaktor túlnyomás elleni védelmének lehetőségét hideg állapotban, azaz megszüntetik a reaktortartály ridegtörésének veszélyét. Egyes biztonságnövelő intézkedések, amelyeknek komoly szerepük van a tervezési alapon túli helyzetek kezelésében, mint például a primer körből a szekunder körbe való átfolyás esetének kezelése, feltétele volt az üzemidő-hosszabbítás engedélyezhetőségének. A PA Zrt. kiemelten kezeli a Célzott biztonsági felülvizsgálat alapján azonosított javító intézkedéseket, s úgy tekinti, hogy azok az üzemidő-hosszabbítás biztonságát is szolgálják, jóllehet nincsenek összefüggésben az üzemidővel, illetve az üzemidővel arányos romlási folyamatokkal.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az elmúlt évtizedben az átfogó szabályozási rendszer és az atomerőmű megkövetelt műszaki állapota fenntartására egy teljes körű erőművi műszaki-adminisztratív rendszer alakult ki, amely lehetővé teszi a paksi atomerőmű hosszú távú, biztonságos üzemeltetésének megvalósítását. Mind a szabályozási rendszer, mind pedig az üzemidő-hosszabbítását szolgáló erőművi program a jelen dolgozatban vázolt elveken alapul. Ezáltal – a biztonsági relevancia és a termelésre gyakorolt hatása szerint differenciáltan – minden rendszer és rendszerelem meghatározott módon felügyelt, és a megkövetelt műszaki állapotának fenntartása biztosított.

Az üzemeltetési engedély megújításának előkészítése és megalapozása a nemzetközi gyakorlat és a kor színvonalának megfelelő módszerek kreatív alkalmazását követelték meg, figyelembe véve a tervezési jellemzőket, a nemzeti szabályozást és a paksi atomerőműben kialakult gyakorlatot. Az elvégzett munka példa nélküli, mert – bár formális üzemidő-hosszabbítás történt más VVER-440/213 típusú blokkok esetében – a paksihoz hasonló komplexitású megalapozásra első ízben került sor.

Az előzőekben bemutatott módszerek, programok, a hatósági jóváhagyás és ellenőrzés alkalmazása biztosítja a paksi atomerőmű lehető leghosszabb ideig tartó biztonságos és gazdaságilag ésszerű, magas teljesítményen történő üzemeltetését.

Dr. Katona Tamás János, Kovács Ferenc, Rátkai Sándor