

sítását. A CP-189 és az ACCP a III. fokozatú anyagvizsgálónál érvényes ASNT-tanúsítványt követel meg.

A kazán és a nyomástartó edény szabályzatok és szabványok harmonizációját a Nemzetközi Szabvány Szervezet (ISO) is fontos feladatának tekinti. Az ISO TC 11 sz. műszaki bizottság, mint a terület gazdája, létrehozta a WG 10 sz. munkacsoportot, ahol folyamatban van egy olyan keretszabvány (ISO/WD 16528) kidolgozása, amely lehetővé teszi a tagországokban alkalmazott kazán és nyomástartó edény szabályzatok illetve szabványok harmonizálását.

A szabványtervezet szellemének megfelelően az ISO-tagországokban alkalmazott szabályzatokat illetve szabványokat az érdekelt ország bejelentése alapján az ISO/TC 11 titkársága (NBBI, USA) felveszi egy bizonyos rendszerességgel publikált és megújított listára, amennyiben az megfelel a keretszabványban leírt követelményeknek. A szabvány alkalmazásának és a lista közzétételének célja a kazánok és nyomástartó edények nemzetközi forgalmának elősegítése, a GATT illetve a TBT egyezmények szellemében.

A szabványtervezet 5.7.5.4. pontja foglalkozik a személyzet-tanúsítás elveivel az alábbiak szerint:

A szabályzat rendelkezzen az ellenőrző és vizsgálószemélyzet minősítéséről. A minősítés feleljen meg a gyártó minőségbiztosítási rendszerének, vagy a nemzeti minősítési rendszernek.

Ez a megközelítés összhangban van mind az ASME, mind az EU-irányelv előírásaival, függetlenül attól, hogy az EU nem rendelkezik az alacsonyabb osztályba sorolt nyomástartó berendezések vizsgálóinak tanúsításáról.

Ahhoz, hogy a hazai minősítés és tanúsítás megfeleljen a fentiekben vázlatosan ismertetett három eltérő rendszerben, a tanúsító szervezet nemzetközi elfogadtatása a legsürgetőbb feladat. Az EU-tagság elnyeréséig ehhez elsősorban kétoldalú megállapodások megkötésére van szükség, amelyet követhet majd a tanúsító szervezet bejegyzése az EU Tanácsánál független harmadik félként.

Elvárások és gyakorlat az atomerőművi roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítése terén

Dr. Trampus Péter*

Bevezetés

1998 végén a világon összesen üzemelő 434 atomerőművi blokk névleges villamos teljesítménye kerekén 350 GW volt. Mértékadó előrejelzések 2015-re ezt az értéket 360 és 510 GW közé teszik [1, 2]. Ez azt jelenti, hogy még a legborúlátóbb előrejelzések szerint is legalább 80-100 új reaktort fognak az elkövetkező 20 évben üzembe helyezni, mivel – figyelembe véve a jelenleg üzemelő blokkok korát – legalább ugyanennyit kell majd leállítani. Az új reaktorok többségét nem a nukleáris infrastruktúrával rendelkező országok fogják megépíteni.

Miután atomerőművet építeni rendkívül tökeigényes vállalkozás, továbbá kevés ország közvéleménye és politikusi támogatja az atomerőművek építését, egyre fontosabbá válnak a jelenleg üzemelő blokkok öregedésével, élettartam-gazdálkodásával összefüggő döntések. A jelen és a közeljövő képének teljességéhez hozzátartozik még, hogy az atomerőműveket egyre szigorodó villamos energia piaci versenyhelyzetben kell biztonságosan üzemeltetni. Nem igényel különösebb magyarázatot az, hogy ebben a helyzetben milyen fontos szerepe van az atomerőművek nyomástartó berendezései hosszú távú szerkezeti integritásának és ennek keretében ezen berendezések üzem közbeni időszakos roncsolásmentes ellenőrzésének.

A roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítésének története

A 80-as évek elejére – a PISC első fázisának eredményei, továbbá egyéb vizsgálati tapasztalatok alapján – szép lassan világossá vált, hogy amennyiben az ellenőrzést nem tervezik a vizsgálati feladat megoldására, az ultrahangos vizsgálorendszerek teljesítmőképessége gyakorlata alacsonyabb lehet, mint ahogyan azt feltételezték vagy megkövetelték. Ez a felismerés vezetett a minősítéssel szembeni igény megjelenéséhez. Egy üzem közbeni időszakos roncsolásmentes vizsgálorendszer minősítése azt jelenti, hogy a roncsolásmentes vizsgálati utasítás, a vizsgáloberendezés és a vizsgálatot végző személyzet valamennyi kombinációját figyelembe véve bizonyított az, hogy a rendszer képes a feladatának ellátására.

Elsőként ultrahangvizsgáló rendszereket az Egyesült Királyság ez idáig egyetlen nyomottvízes atomerőműve építése idején minősítettek. Ezt követően a világ egyre több országában, ill. egyre több nukleáris biztonságtechnikai előírásrendszerében jelenik meg a minősítés. Ugyancsak erre az időszakra tehető az amerikai nukleáris szabályozási rendszer alapfilozófiájának elmozdulása is a szigorúan kötelező érvényű előírásoktól az engedélyesnek bizonyos szabadságot megengedő ún. teljesítmény alapú (*performance based*) filozófia irányába. Az amerikai hatóságoknak ez a filozófiaváltása összefüggésben van olyan üzemi eseményekkel, amelyek az üzem közbeni időszakos ellenőrzéseket szabályozó előírásrendszer (ASME Code Section XI) betartása ellenére meghibásodásokhoz vezettek és erős támogatást élvezett az amerikai nukleáris ipar részéről is. Ennek eredményeként 1989-ben megjelent a kód kiegészítése egy, a minősítést szabályozó függelékkel [3].

Az Európai Közösség és Svájc 1992-ben hozta létre a roncsolásmentes vizsgálatok minősítésének európai hálózatát (European Network for Inspection Qualification, ENIQ), majd adta ki 1995-ben az első, 1997-ben a második (jelenleg is érvényes) dokumentumát a vonatkozó irányelvekről [4]. Időközben az Európai Közösség országainak nukleáris biztonságtechnikai hatóságai is megjelentették közös álláspontjukat [5], amelyik ugyanarra a következtetésre jut, amire az ENIQ irányelvek, nevezetesen szükségesnek tartja a vizsgálorendszerek minősítését. Ezek után egyre több ország nemzeti előírásrendszerében tűnik fel a minősítés (Svédország, Németország, Spanyolország, Belgium), sőt Csehországban az 1997-ben elfogadott új atomtörvényben is helyet kap.

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) egy átfogó, az orosz tervezésű reaktorok biztonság növelését célzó programja keretében 1998-ban adta ki módszertani irányelveit a VVER típusú reaktorok időszakos ellenőrző rendszereinek a minősítéséhez [6]. Az ebben a dokumentumban foglaltak igen közel állnak az európai irányelvekhez, de nincsenek ellentmondásban az amerikai gyakorlattal sem.

A roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítésének alapelemei

A roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítése elvégezhető műszaki igazolás (*technical justification*) és gyakorlati vizsga (*practical trial*) kombinációjaként. Ezen elemek viszonylagos súlyát illetően az

* Nemzetközi Atomenergia Ügynökség

engedélyesnek és a minősítő testületnek kell megegyeznie, amely megegyezés alapja lehet az engedélyes vagy megbízásából egy vizsgálószervezet által elkészített műszaki igazolás kiértékelése. Célszerű szétválasztani a roncsolásmentes vizsgálati utasítás és a vizsgálóberendezés minősítését a vizsgálószemélyzet minősítésétől. Az első esetben a minősítés célja annak az igazolása, hogy a szóban forgó roncsolásmentes vizsgálati módszer, technika, utasítás és az alkalmazott berendezés megfelel a célnak, azaz képes egy szerkezeti elem adott tartományában (pl. hegesztési varratában) meghatározott típusú folytonossági hiány megkeresésére és nagyságának meghatározására a megkövetelt megbízhatósággal. Amennyiben a műszaki igazolás nem szavatolja megfelelően a szóban forgó vizsgálati eljárás és berendezés alkalmazhatóságát, akkor gyakorlati vizsgára van szükség. Ez történhet a mesterséges hibák ismerete nélkül (*blind trial*) vagy azok ismeretében (*non-blind trial*).

A vizsgálószemélyzetet minősítő folyamat célja annak igazolása, hogy a nemzeti vagy nemzetközi szabványok szerint minősített roncsolásmentes anyagvizsgálók, minősített vizsgálóberendezést és utasítást alkalmazva, képesek megkeresni és megmérni a folytonossági hiányt a megkövetelt megbízhatósággal, a valóságos vizsgálati körülmények egyidejű szimulálása mellett. A személyzet minősítése vak körülmények közötti gyakorlati vizsgán történik.

A minősítésben minden körülmények között részt vesz és jól meghatározott felelőssége van az atomerőmű üzemeltetőjének (engedélyesnek), az üzem közbeni időszakos ellenőrzést végző szervezetnek, a minősítő testületnek és a nukleáris biztonságtechnikai felügyeletnek.

A minősítési folyamat fő lépései a következők:

- *Műszaki specifikáció kidolgozása*, amelynek tartalmaznia kell az alkalmazott vizsgálati előírást, a vizsgálandó szerkezeti elem jellemzőit, az alkalmazandó roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárást, a vizsgálati körülményeket, a feltételezett károsodási mechanizmust, a feltételezett folytonossági hiány jellemzőit, a vizsgálat megbízhatóságával szemben támasztott követelményeket, valamint a minősítési eljárás minőségbiztosítását.

- *Roncsolásmentes anyagvizsgálati utasítás kidolgozása*, amelynek tartalmaznia kell a vizsgálati módszert annak fizikai elveivel, a vizsgálati paramétereket, a vizsgálóberendezés üzemeltetésével kapcsolatos utasításokat, a hitelesítés folyamatát, az indikációk rögzítésének és minősítésének követelményeit, a vizsgálóberendezés és szoftver leírását, valamint egy nyilatkozatot arról, hogy a berendezés vagy annak részei milyen nemzeti vagy nemzetközi szabvány szerint készültek.

- *Roncsolásmentes anyagvizsgálati utasítás előzetes értékelése*.

- *Műszaki igazolás elkészítése és gyakorlati vizsgák lefolytatása, az eredmények kiértékelése*.

- *A szóban forgó roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszer (vizsgálati utasítás, vizsgálóberendezés és vizsgáló személyzet) minősítésének jóváhagyása*.

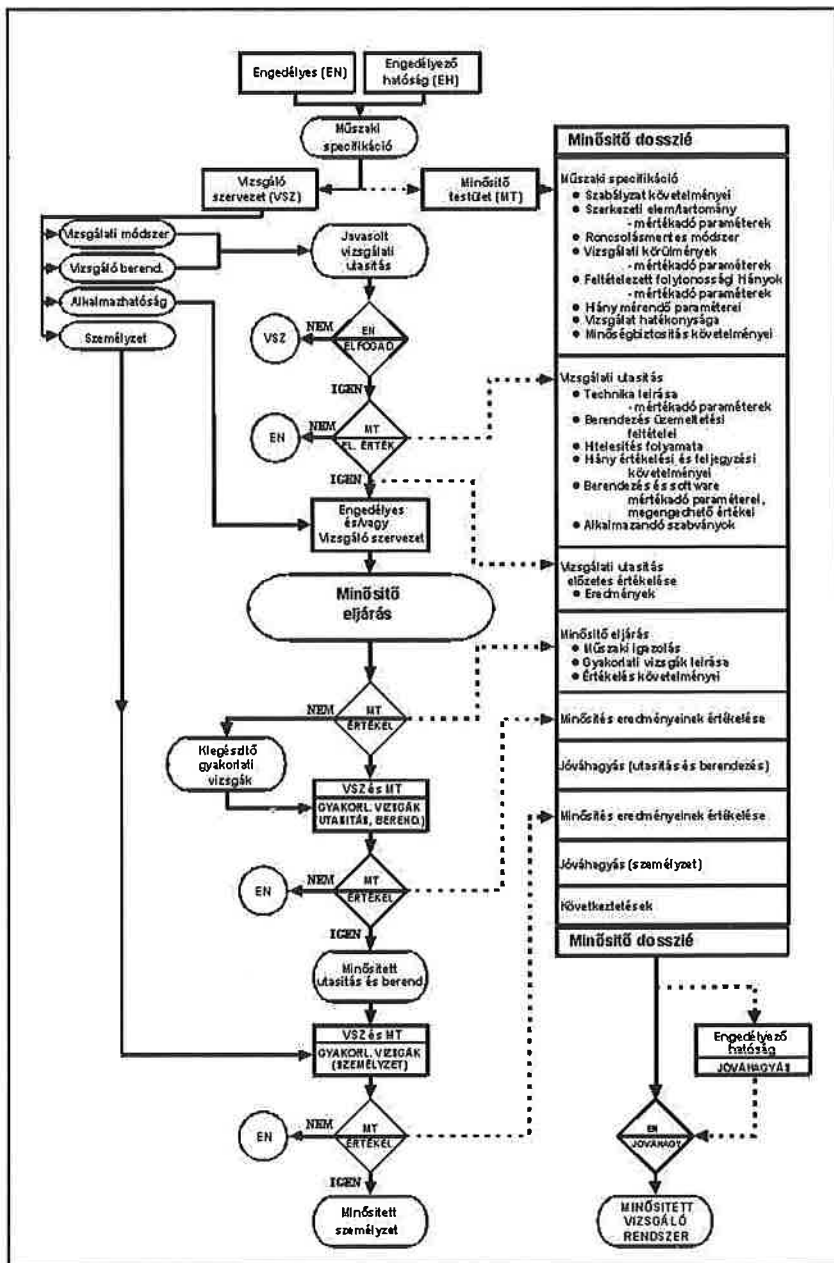
A minősítési folyamat teljes dokumentációját az ún. minősítési dosszié foglalja össze. Az ábra

a minősítő folyamatot és az egyes lépéseknek a minősítési dossziéval való kapcsolatát mutatja be.

A minősítés előnye

A roncsolásmentes anyagvizsgáló rendszerek minősítésének legáltalánosabban megfogalmazható előnye az, hogy lehetőséget kínál a vizsgálattal kapcsolatos problémák feltárására és kijavítására. Ezen túlmenően, a minősítés bizonyítja azt, hogy a vizsgálat képes kielégíteni a biztonsági követelményeket. Nem egyszerű, de igen fontos része a minősítésnek a feltételezett folytonossági hiányok előzetes meghatározása és ezek alapján a gyakorlati vizsgához használandó etalonok elkészítése. A folytonossági hiányok előzetes ismeretéből fakadó előny viszont az, hogy maga a vizsgálat könnyebben és pontosabban tervezhető.

A minősítés filozófiája abban van, hogy nem ragaszkodik egy meghatározott vizsgálati eljáráshoz, hanem bármilyen roncsolásmentes vizsgálati módszer alkalmazását megengedi, amelyek a szóban forgó vizsgálati szemben támasztott követelményeket kielégítik. Ez nagyobb teret enged új vizsgálati technikák bevezetésének, mint a hagyományos,



kötelező jellegű előírásrendszerek. Az új technikák következménye viszont a megnövekedett vizsgálati érzékenység, ami jobb hibanagyság meghatározást eredményezhet.

Általánosságban igaz, hogy az átgondolt, szervezett minősítési eljárás a teljes vizsgálati folyamat jobb szerveztségéhez vezet.

A minősítés hozzájárul a vizsgálati eredmény megbízhatóságának növekedéséhez. Fontos szerepe van ebben a műszaki igazolásnak, amelyik tartalmazza mindazon információkat, amelyek támogatják a vizsgálat elvégezhetőségét és nem szükséges kitérni rájuk a gyakorlati vizsgák végrehajtása során (pl. platfírozás hatása, felületi érdesség hatása). Természetesen nem szabad elhanyagolni a gyakorlati vizsga által hozzáadott értéket a megbízhatóság növekedéséhez.

Az előnyök közé kell sorolnunk a minősítés gazdasági hasznát. A vizsgálati költségek ugyanis csökkennek, mivel kiküszöböljük a nem hatékony vizsgálatokat (elkerülhető a vizsgálatok ismétlése). További gazdasági előnyt jelent a vizsgálat megbízhatóságának növekedése. A hibakeresés és a hibanagyság-meghatározás javulásának az eredményeként a két időszakos vizsgálat közötti időtartam pontosabban meghatározható, figyelembe véve a hiba növekedését. Úgyszintén pontosabban meghatározhatók és tervezhetők az esetleges javítások időpontjai, ill. elkerülhetők a nagyobb költséget jelentő berendezéscserék [7].

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség szerepe és tevékenysége

A NAÜ atomerőművek élettartam-gazdálkodásával foglalkozó nemzetközi munkacsoportja kiemelt figyelmet fordít az üzem közbeni időszakos ellenőrzéssel kapcsolatos kérdésekre és ezen belül a vizsgálatok minősítésére. A minősítéssel foglalkozó legutolsó szakértői értekezlet, amelyet a NAÜ közösen rendezett az Európai Közösség Egyesített Kutató Központjával és az OECD Atomenergia Ügynökségével, megállapította, hogy érzékelhető fejlődés történt ezen a területen az elmúlt időszakban. Az is világossá vált azonban, hogy – bizonyos harmonizációs törekvések ellenére – a tevékenység nemzeti alapokon széttagolva folyik [8]. Ebből következik, hogy jelentős megtakarítások érhetnek el, ha nemzetközi egyetértés alakul ki a minősítés előírásrendszerének a megalkotásakor, amire jó alkalmat nyújthat például a NAÜ-irányelvek követése.

Ez ugyan nem kötelező érvényű dokumentum, de figyelembe véve azt a tényt, hogy az összes érdekelt ország szakemberei támogatták a dokumentum kiadásának gondolatát és részt vettek annak kidolgozásában, beleértve hazánk szakembereit is, szilárd alapot kell, hogy képezzen az egyes nemzeti előírások illetve infrastruktúra megalapozásában.

A NAÜ nukleáris biztonsági szabványsorozatának megújítása keretében jelenleg folyik az atomerőművek karbantartása, üzemi ellenőrzése és üzem közbeni időszakos ellenőrzése témakörök egy kötetben történő összefoglalása és megjelentetése [9]. Ez a dokumentum a Biztonsági Irányelvek sorozat része lesz és természetesen meg fog jelenni benne a minősítéssel kapcsolatos fejezet. E dokumentum célja az lesz, hogy irányelveket és javaslatokat adjon a karbantartást, üzemi és üzem közbeni időszakos ellenőrzést illetően a biztonság szempontjából fontos szerkezetek, rendszerek és berendezések funkcióinak a tervezési elvárások szerint történő ellátásához.

A NAÜ fejlődő országokba irányuló műszaki támogatása keretében jelentős programot folytat a VVER reaktorok időszakos ellenőrzése területén az ilyen típusú reaktorokat üzemeltető országok szakembereinek a bevonásával [10]. Ennek a tevékenységnek az egyik fő célja a NAÜ minősítési irányelvek gyakorlati alkalmazhatóságának bizonyítása egy konkrét példán keresztül, amely tanulságokkal szolgál a programban részt vevő országok számára a nemzeti minősítési infrastruktúrájuk létrehozásához. A gyakorlati alkalmazási példa tárgya a bulgáriai Kozloduj Atomerőmű 5. blokk (VVER-1000) reaktortartály övzónája hegesztési varratának ultrahangvizsgálata ill. ezzel összefüggésben a

minősítési eljárás szimulálása, azaz a minősítőtestület létrehozása és a minősítési folyamat végrehajtása. A programba a minősítési eljárás valamennyi valódi szereplőjét bevontuk, továbbá közreműködik benne a reaktortípus főtervezője és egy nemzetközi intézet (EPRI), amelyek ma kétségkívül a legkiterjedtebb minősítési tapasztalattal rendelkezik a világon.

Következtetések

Magyarországon az atomerőműben termelt villamos energia hányada döntő jelentőségű. Az ország elemi érdeke tehát a még bizonyára jó ideig egyetlen atomerőműve hosszú távú, biztonságos és megbízható üzemeltetése. Ezt még hangsúlyosabbá teszi az a tény, hogy a Paksi Atomerőműben előállított villamos energia ma a legolcsóbb az országban. A fővívőr nyomástartó berendezései szerkezeti integritásának biztosítása, ezen belül ezen berendezések időszakos üzem közbeni roncsolásmentes ellenőrzése a nemzetközileg egységes biztonsági követelmények kielégítése érdekében vitathatatlan. Minden arra mutat, hogy az országnak előbb vagy utóbb ki kell alakítania saját minősítési eljárásrendjét, meg kell teremteni ennek jogi hátterét, meg kell alapítani a minősítőtestületet, azaz a gyakorlatban kell alkalmazni a minősítésre vonatkozó irányelveket. Ennek során javasolt a NAÜ idézett módszertani irányelveinek követése.

A minősítési infrastruktúra kialakítása költség- és időigényes feladat. Figyelembe kell, hogy vegye az ország meglévő adottságait, sajátosságait és az esetleges korlátait. Ugyancsak célszerű figyelembe venni a hasonló méretű, adottságú országok tapasztalatait.

A minősítési eljárás maga is csapatmunka, de a minősítő infrastruktúra létrehozása úgyszintén igényli valamennyi szereplő kezdettől történő aktív bevonását ill. részvételét. Feltétlenül szükséges a folyamatos, nyílt véleménycseré és a konszenzus kialakítása engedélyes és engedélyező, vizsgálószervezet és minősítőtestület között még mielőtt a végső döntések megszületnének. A minősítésnek szilárd műszaki alapokon kell nyugodnia, aminek a létrehozására nem szabad sajnálni az erőfeszítéseket.

Hivatkozások

- [1] Nuclear Power Generation and Fuel Cycle Report, DOE/EIA-O436, 1997.
- [2] Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2015, IAEA Reference Data Series 1, July 1997.
- [3] ASME Code, Section XI: Rules for In-Service Inspection of Nuclear Power Plant Components. Appendix VIII 'Performance Demonstration for Ultrasonic Examination Systems', 1989.
- [4] European Methodology for Qualification (Second Issue), EUR 17299 EN, 1997.
- [5] Common position of European regulators on qualification of NDT systems for pre- and in-service inspection of light water reactor components, EUR 16802 EN, 1996.
- [6] Methodology for qualification of in-service inspection systems for WWER nuclear power plants, IAEA-EBP-WWER-11, March 1998.
- [7] Waites, C. - Whittle, J.: Adding value by inspection qualification. Proceedings of Joint EC/OECD/IAEA Specialists Meeting, Petten, The Netherlands, 11-13 March 1997, p. 91.
- [8] NDE Techniques Capability Demonstration and Inspection Qualification, Proceedings of the Joint EC/OECD/IAEA Specialists Meeting, Petten, The Netherlands, 11-13 March 1997, EC 1997.
- [9] Safety of Nuclear Power Plants: Operation - Maintenance, Surveillance and In-Service Inspection of Nuclear Power Plants, Draft Safety Guide, 1998 (kidolgozás alatt).
- [10] Trampus, P. - Čorak, D.: Advanced NDT of Primary Circuit Components of WWER NPPs. Proceedings of 7th ECNDT, Copenhagen, 26-29 May 1998, Volume 2, p. 1535.