

Eljárásvizsgálatok és személyzet tanúsítás – 4. rész

Qualification of procedures and personnel – Part 4

A „tevékenységorientált” minőségbiztosítási programok létrehozása, tervezése és megvalósítása során különösen fontos a tervezett tevékenységekre vonatkozó műszaki követelmények figyelembevétele. A programnak biztosítania kell a minőséget befolyásoló tevékenységek megtervezését és szabályozott körülmények közötti végrehajtását.

4. rész Roncsolásmentes anyagvizsgáló személyzet minősítése

A roncsolásmentes vizsgálati rendszerek minősítésével foglalkozó korábbi cikkemben már megfogalmaztam, hogy a vizsgálatok megbízható és ismételhető módon történő elvégzéséhez alapkövetelmény a berendezés-vizsgálati technológia-személyzet együttes alkalmassága. A személyzet minősítési- és tanúsítási rendszerének szükségességét a berendezések gyártói viszonylag hamar elfogadták és ma már természetesnek tekintik, nem úgy, mint a berendezések és a vizsgálati technológiák megfelelőségének minősítését. A roncsolásmentes anyagvizsgálók (továbbiakban: RMV személyzet) képzésével és vizsgáztatásával a szabályzatokon és direktívákon kívül, számtalan szabvány és irányelv foglalkozik, cikkek, publikációk százai jelentek meg. A képzéssel és/vagy tanúsítással foglalkozó szervezetek számát nem tudom. Ezek lehetnek akkreditált ellenőrző és/vagy tanúsító szervezetek, oktatási intézmények, de akár önállóan tevékenykedő harmadik fokozatú anyagvizsgálók is.

Honnan indultunk?

Amióta az őseink elkezdtek szerszámokat készíteni fontos szerephez jutott a szemrevételezés. Kezdődött az alapanyag kiválasztásával. Mielőtt nekiálltak a pattintott kőbalta megmunkálásához, ki kellett választani a megfelelő követ, megkeresni a repedéseket, megállapítani azok irányát, ezután jött a „gyártás”, majd a félkész termék szemrevételezése és a döntés. Megfelel vagy selejt? A kész balta átvétele ugyancsak szemrevételezéssel történt.

A folyadékbehatolásos vizsgálat sem igazán új módszer. A rómaiak kétezer évvel ezelőtt már olajat és lisztet használtak a márványban lévő repedések kimutatására (felületi repedésvizsgálat). Kis túlzással, az akusztikus emissziós vizsgálat elődjének tekinthető a vasúti kerekek kalapácsos ellenőrzése (kerékkopogtatás). Ez egy hagyományos, de ma is alkalmazott diagnosztikai módszer a kerekek épségének vizsgálatára. A vizsgáló a keletkező hang alapján következtet a kerék állapotára; a tiszta hang azt jelenti, nincs repedés, a kerék ép, a tompa hang jelzi a repedést. Hasonló módszereket (kalapácsos ellenőrzés, olaj és mészporos vizsgálat) alkalmaztak a kazánok vizsgálatára még a múlt században is.

A képzés és vizsgáztatás kezdete

A roncsolásmentes vizsgálatokat kezdetben 'betanított munkások' végezték. A vizsgálókat pár óra, esetleg nap

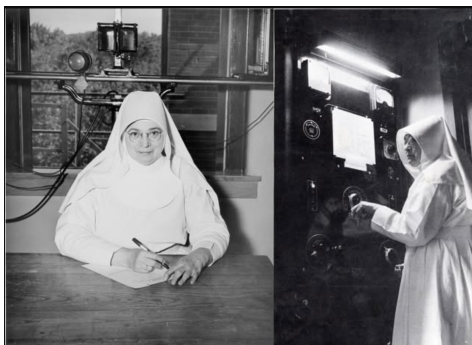
alatt megtanították egy adott vizsgálati feladatra, majd lényegesen később a vizsgálati eredmények kiértékelésére is. Általános gyakorlat volt az önellenőrzés, ami a szemrevételezés esetén ma is nagyon fontos. Vegyük például a hegesztőket. Hegesztés közben, legalább varratrétegenként a hegesztő ellenőrzi a varrat felületét, a beolvadást, felületi hibákat, eltávolítja a salakot (ha van), majd ugyanezt megismétli a kész varratnál is, különös tekintettel a varratalakra, a felület minőségére és a szegélybeolvadásra. A feltárt hibákat a varrat készre jelentése, illetve az előírt roncsolásmentes vizsgálatok előtt a hegesztőnek ki kell javítania. Már itt szeretném megjegyezni, hogy a roncsolásmentes vizsgálatok megkezdése előtt a vizsgálónak is meg kell (kellene) győződnie arról, hogy nincsenek látható és javítandó felületi hibák. Nagyon sok röntgenfilmet találtam ilyen hibákkal, úgy szerelésvezető koromban, mint később, az auditok során.

A Wilhelm. C. Röntgen 1895-ben fedezte fel a róla elnevezett röntgen sugárzást, majd alig egy évvel később 1896-ban Becquerel felfedezte a radioaktivitást. 1898-ban Marie és Pierre Curie rátalált a rádiumra, ami nagyon intenzív természetes sugárforrásként fontos szerepet játszott a radioaktivitás megismerésében. Ezek együttesen vezettek az ipari radiográfia létrejöttéhez. Meglepően gyorsan megkezdődött a röntgen orvosi alkalmazása. Pár év késéssel kezdődött az ipari alkalmazás, először a belső anyaghibák feltárására. Az acélok röntgen vizsgálata csak a nagyobb teljesítményű (100-200 kV) vákuumcsöves röntgengépek megjelenésével indulhatott el. 1931-ben a General Electric 1000 kV-os röntgen gépe már vastagabb acélok vizsgálatát is lehetővé tette. Az American Society of Mechanical Engineers (ASME) ezzel egyidőben engedélyezte a nyomástartó berendezések hegesztési varratainak röntgen vizsgálatát. A második világháború idején ugrásszerűen megnőtt az ellenőrzések volumene, de csak 1946-ban váltak elérhetővé a rádium kiváltására alkalmas mesterséges izotópok (Cobalt-60 és Iridium-192), melyek áttörést jelentettek az ipari radiográfia területén.

Sorra alakultak a radiológiai intézetek és szervezetek, a világon elsőként 1897-ben Angliában az X-Ray Society (Röntgen Society). Nem sokkal ezután 1900-ban alakult meg az American Röntgen Ray Society, majd 1905-ben Németországban a Deutsche Röntgengesellschaft (DRG). Természetesen ezek a szervezetek tovább fejlődtek, átalakultak, és az újabb tevékenységi körüknek megfelelő nevet változtattak, vagy esetleg megszűntek.

Amikor rádöbbenek a radioaktivitás egészségkárosító hatására, sürgetővé vált a röntgengép kezelők szervezett képzése, igaz ekkor még főleg munka- és egészségvédelmi megfontolások alapján. A képzési és minősítési rendszerek létrehozása, a képzés szabványosításának elindítása a fentiekben említett szervezeteknek vagy utódaiknak köszönhető.

1920-ban a Radiological Society of North America (RSNA) négy tagja javaslatot készített a röntgenberendezések kezelőinek minősítésére. Az American Röntgen



1. ábra: M. Beatrice Merrigan nővér az Oklahomai St. Anthony Kórház radiológiai osztályán³

Ray Society-vel együttműködve ez a két szervezet 1922-ben létrehozta az radiológusok nyilvántartó rendszerét (és hivatalát) a képzés egységesítése érdekében. Ez lett az American Registry of Radiologic Technologists (ARRT), amely ma a világ legnagyobb képesítő és minősítő szervezete az orvosi képalkotás és sugárterápia területén. A megalakulásuk első évében, 1922-ben már 89 minősítést adtak ki, amelyek közül az elsőt M. Beatrice Merrigan nővér kapta Oklahoma Cityből¹. Az első ARRT vizsgát 1922. november 17-én tartották, a vizsgázónak tíz, az emberi testről – az arcüregtől a térdig különböző helyekről – általa készített röntgenfilmet kellett bemutatnia a bizottságnak, továbbá 20 elméleti vizsgakérdést kellett 45 perc alatt megválaszolni². A New Yorki egészségügyi hatóság 1922-től már engedélyhez kötötte a radiológusok foglalkoztatását.

A roncsolásmentes anyagvizsgálók szervezett képzésének és tanúsításának kialakulása

Ismereteim szerint a roncsolásmentes anyagvizsgálók képzése a 20. század derekán az ipari radiológusok munkahelyi betanításával kezdődött, hasonlóképpen az orvosi radiológusokhoz, főleg munka- és sugárvédelmi szempontok alapján. A betanítás munkahelyi környezetben, munka közben (on-the-job training = OJT) történt és inkább a készség fejlesztését, mint az elméleti ismeretek átadását jelentette. Ennek az előnye, hogy a jelölt az adott művelethez valóban szükséges ismereteket sajátította el. Hátránya viszont, hogy a betanítást minden új vizsgálati feladatnál meg kellett ismételni. Ezekről a formális képzésekről általában nem adtak semmilyen tanúsítványt, jobb esetben dokumentálták. Munkahely változásnál újabb betanításra volt szükség.

A második világháborús hadiipari termelés felfutása a roncsolásmentes vizsgálatok volumenének hirtelen megnövekedéséhez vezetett, ami már indokolta a szervezett képzés és tanúsítás bevezetését. Erre azonban még várni

kellett, az ötvenes-hatvanas évekig.

A német Deutsche Röntgengesellschaft (DRG), később Gesellschaft zur Förderung der Zerstörungsfreien Prüfverfahren (GFZfP) utódszervezete, az 1930-as években alapított Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP) által szervezett, rendszerbe foglalt képzés és minősítés kezdete az 1960-as évek elejére tehető.

1966-ban jelent meg az American Society for Nondestructive Testing (ASNT) irányelve a RMV személyzet minősítése és tanúsítására SNT-TC-1A⁴ elnevezéssel. A dokumentum elnevezése onnan ered, hogy az ASNT akkori neve – még 1968-ig – "SNT", a dokumentumot kidolgozó Műszaki Bizottság (Technical Committee = TC) száma pedig "1A" volt. A dokumentum célja az volt és maradt, hogy iránymutatást adjon a munkáltatóknak az RMV személyzet minősítési és tanúsítási programjának létrehozásához, és három képesítési szintet (I., II. és III.) határozott meg. Az eredeti dokumentum öt vizsgálati eljárásra vonatkozott (radiográfia, mágnesporos, ultrahang, penetrációs és örvényáramú vizsgálatok) de megengedte más eljárásokra való kiterjesztését is. Az eljárások száma folyamatosan bővült, mára elérte a tizenhatot.

A hazai képzés történetét dr. Karsai István és dr. Réti Pál kiválóan összefoglalták egy 1996-ban megjelent cikkben⁵. 1948-ban néhány, az akkori Híradástechnikai Tudományos Egyesületben tevékenykedő, főleg röntgen vizsgálattal foglalkozó szakember – látván, hogy az ipari röntgenvizsgálat helyzete sem szakember-ellátottság, sem berendezések szempontjából nem kielégítő – hozzálátott a megfelelő hazai szabványok és röntgenberendezések kérdésének rendezéséhez. Ez a munka szervezeten a Gépipari Tudományos Egyesület (GTE) 1952-ben alapított Anyagvizsgáló Szakosztályának szakbizottsági keretei között folyt, majd végül 1995-ben a Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakosztály megalakulását eredményezte. A szervezett oktatás kezdettől fogva országosan a GTE Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakbizottság irányítása és ellenőrzése mellett, a szakbizottsági tagoknak, mint tanfolyami előadóknak a részvételével folyt, melynek kereteit 1959-től miniszeri rendeletekben szabályozták. A hetvenes évek közepétől kezdve a képzés minisztériumi hatáskörbe az Ipari Szakmai Továbbképző Intézethez (ISZTI) került. A 90-es években még az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium Humánpolitikai Főosztálya engedélyezte a tanfolyamokat, kijelölte a vizsgabizottságot, ellenőrizte a vizsgákat és kiadta a bizonyítványokat.

A rendszerváltozás utáni deregulációs folyamat átrendezte a szakképzés jogi hátterét, majd az RMV személyzet minősítésére vonatkozó MSZ-EN 473:1994 szabvány hatálybalépése és a nemzeti akkreditációs rendszer létrejötte után 1995-ben megkezdődött a minősítő- és

¹ The History of the American Registry of Radiologic Technologists, ARRT Bulletin 2022

² Wonderful things: The World's First Radiologic Technologist Was...: <https://thomaslmcDonald.wordpress.com/2013/01/24/the-worlds-first-radiologic-technologist-was/> (Megtekintés dátuma: 2026.09.24.)

³ SSM Health poszt M. Beatrice Merrigan nővérről: <https://www.facebook.com/ssmhealth/posts/this-womenshistorymonth-we-honor-sister-beatrice-merrigan-osf-a-pioneer-in-compa/1375376841300584/> (Megtekintés dátuma: 2026.09.24.)

⁴ ASNT Recommended Practice No. SNT-TC-1A Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing, The American Society for Nondestructive Testing, Inc.

⁵ I.Karsai, P. Réti A magyar roncsolásmentes anyagvizsgáló szervezet rövid története, Anyagvizsgálók Lapja, 1996/II. lapszám, 66-69. o.



2. ábra: Az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium által kiadott bizonyítványok

tanúsító szervezetek megszervezése és tevékenysége. 1996-ban a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesület (MHE) felvette a tevékenységi körébe az anyagvizsgálatot is, és nevet is változtatott Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés lett. 1997-ben megalakult a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (MAROVISZ).

Változatok a RMV személyzet képzésére és minősítésére

A roncsolásmentes vizsgálat – beleértve a RMV személyzet képzését és minősítését – ma is jelentős üzletet jelent úgy a hazai, mint a nemzetközi piacon. A tevékenységet szabályozó nemzeti és nemzetközi előírások, szabványok és útmutatók elfogadása, harmonizációja komoly kihívást jelentett és jelent ma is a szabályozó hatóságok, szabványosító szervezetek és nem utolsósorban az azokat alkalmazó vállalatok számára. A dokumentumok lehetnek regionális pl. európai szintűek, mint a nyomástartó berendezések irányelvei (PED), vagy nemzetköziek, mint a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (International Atomic Energy Agency, IAEA) vonatkozó dokumentumai.

A globalizációs folyamat „terméke” az International Committee for Non-Destructive Testing (ICNDT), amely a harmonizációs törekvések élharcosává vált. Az ICNDT-t 1955-ben alapították az európai országok, az USA, Japán, Kína, India és a Szovjetunió. Eredeti célkitűzése a roncsolásmentes vizsgálatokkal foglalkozó tudósok és szakemberek fórumának létrehozása volt, ahol megoszthatják a vizsgálatok alkalmazása és fejlesztése során szerzett tapasztalataikat. Az ICNDT javaslatokat és irányelveket készít és jelentet meg a RMV személyzet képzés és tanúsítás harmonizációjának elősegítéséhez. Az első ilyen irányelv 2004 júniusában, a Roncsolásmentes Vizsgálatok 16. Világkonferenciáján (16th WCNDT), Montreálban jelent meg „ICNDT Guide to Qualification and Certification of Personnel” címmel. Az irányelv legújabb, 2024-es kiadása⁶ a RMV személyzet tanúsítás „legjobb gyakorlatait ismerteti az ISO 9712 szabvány alapján”, tartalmazza a tanúsító testületekre vonatkozó követelményeket, a munkáltató

felelősségét és az ICNDT többoldalú kölcsönös elismerési megállapodás kereteit. Külön mellékletekben foglalkozik az ASME központi tanúsítási rendszerekkel kapcsolatos álláspontjával, a roncsolásmentes vizsgálatok európai helyzetével, a PED és az Egyesült Királyság Nyomástartó Berendezések (Biztonsági) Szabályzatával (UK Pressure Equipment Safety Regulations, (PESR)).

Az ICNDT irányelv „Tanúsító testületek jegyzéke” című 6. függeléke összefoglalja az ISO 9712 szerinti tanúsított végző személyzet-tanúsító testületek adatait, (a dokumentum szerkesztésekor ismert formában). Hazai szervezet nem szerepel a listán.

Természetesen a munkáltató általi minősítés és tanúsítás nem szűnt meg. Az Amerikai Egyesült Államokban és a világ számos országában – elsősorban a nyomástartó berendezéseket az ASME szabályzatok szerint gyártó szervezetek – továbbra is az ASNT SNT-TC-1A jelű javasolt gyakorlatban foglalt irányelveket követik. Mint már említettem, e dokumentum célja az volt és maradt, hogy iránymutatást adjon a munkáltatóknak a RMV személyzet minősítési és tanúsítási programjának kidolgozásához. Az SNT-TC-1A bevezetőjében hangsúlyozzák, hogy ez csupán egy iránymutatás, és azt az RMV személyzet munkáltatójának kell a saját, vagy megbízója tevékenységi köréhez igazítani. A minősítés és tanúsítás a berendezés gyártójának hatás- és felelősségi körébe tartozik, függetlenül attól, hogy a RMV személyzet munkáltatója a berendezések gyártója, vagy annak alvállalkozója.

Teljesítőképeség-alapú minősítés és tanúsítás

Az ASME nukleáris szabványosító bizottsága a 70-es évek elején fogadta el az SNT-TC-1A irányelvet. Pár évvel az irányelv bevezetése után azonban megállapították, hogy a roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatósága ettől nem javult, a munkáltatók nem egységesen értelmezték és alkalmazták az irányelvet. A folyamat kvázi szabványosítása érdekében az ASME a 70-es évek második felében kiadott egy szabályzatmódosítást, amely előírta, hogy az SNT-TC-1A irányelvet minimum követelményként kell alkalmazni.

A Nine Mile Point atomerőműben 1982-ben történt az első, bizonyítottan kristályközi feszültségkorróziós repedés (IGSCC) okozta meghibásodás, amely vízvázalást okozott; bevezették az IGSCC minősítő vizsgát. Ez már egy teljesítő képesség alapú minősítő vizsga volt, hasonló a hegesztő munkapróbához. A vizsga során az atomerőművi berendezéseket reprezentáló próbadarabokban található kristályközi feszültségkorróziós repedéseket kellett felismerni, meghatározni azok helyzetét, irányát és méretét. A munkáltató által az SNT-TC-1A irányelv szerint minősített és tanúsított RMV személyzet kezdeti sikeres vizsgáinak aránya mindössze 19% volt. A sikeres vizsgák aránya a háromévente előírt munkapróbák bevezetése után az évek során kissé javult, de végül 50% körül megállt^{7,8}.

Többféle megoldás kívánczolt, válaszul az SNT-TC-1A irányelv alkalmazásának kiküszöbölésére.

⁶ ICNDT Guide to Qualification and Certification of Personnel for NDT 2023 version 1 February 2024

A Nuclear Regulatory Commission (NRC) javaslatára az ASME szabályzat atomerőművek üzem közbeni ellenőrzésére vonatkozó XI. kötet⁹ VIII. függelékében¹⁰ teljesítőképeség-alapú vizsgálatminősítési rendszert vezetett be, amely érintette a RMV személyzet minősítését is. Az ASNT mintegy erre válaszként 1991-ben közzétette az ASNT/ANSI CP-189¹¹ szabványt, amely kötelezővé tette az ASNT/ANSI CP-105¹² szabványban leírt képzési tematika alkalmazását, de a minősítést és tanúsítást továbbra is a munkáltatóra bízta. A szabványt az ASME XI. kötet és a hagyományos nyomástartó berendezés szabályzatok (ASME I, IV, VIII kötet) szabványosító bizottságai is elfogadják, de érdekes módon a nukleáris berendezések gyártására vonatkozó ASME III. kötet bizottsága nem. Úgy remélték, hogy ezek a módosítások javítani fogják a roncsolásmentes vizsgálatok hatékonyságát és megbízhatóságát, de ez nem igazolódott be.

Következő lépésként javasolták az ASNT-nek, hogy a már meglévő központi tanúsítási programon (ACCP) belül dolgozzon ki a nukleáris ipar elvárásainak megfelelő előírás rendszert, de nem sikerült közös nevezőre és megállapodásra jutni. Ezek után az ASME vállalta fel az ANDE (ASME Nondestructive Examination and Quality Control Central Qualification and Certification Program) kidolgozását és 2010-ben létrehozta az ANDE szabványügyi bizottságot.

A bizottság úgy döntött, hogy követi az Institute of Nuclear Power Operations (INPO) atomerőmű üzemeltető személyzetének képzésére vonatkozó, Systematic Approach to Training (SAT) elnevezésű metodikáját, ami a nukleáris ipar legjobb gyakorlatának bizonyult. Ezt a metodikát később az IAEA is alkalmasnak ítélte és 2021-ben kiadta a nukleáris létesítmények személyzet képzésének szisztematikus megközelítése című dokumentumot.

Az INPO a Three Mile Island atomerőművi baleset kivizsgálását követően kiadott Kemény-bizottsági jelentés¹³ ajánlásai nyomán 1979-ben létrehozott szervezet. Az INPO iparági szintű teljesítménycélokat, követelményeket és iránymutatásokat határoz meg az atomerőművek üzemeltetésére vonatkozóan, amelyek célja a magas színvonalú biztonságos üzemeltetés és a létesítmények közötti üzemeltetési tapasztalatcserék elősegítése. Az INPO finanszírozását teljes egészében a nukleáris ipar biztosítja.

A képzés szisztematikus megközelítése (SAT) egy nemzetközileg elismert, rendszerezett, részletesen kidolgozott, logikusan felépített és átlátható képzési módszertan. Szabályozott képzési folyamat, amely a munkakörhöz

szükséges konkrét szakmai ismeret, képzettségi szint és jártasság (kompetencia) meghatározásától kezdve a célzott képzési programok kidolgozásán és megvalósításán át egészen azok értékeléséig tart. A képzési folyamat kidolgozása során az elvégzendő feladatokat súlyozottan veszik figyelembe, egyensúlyra törekedve a veszély és/vagy a kockázat mértéke és az oktatásra fordított erőfeszítés között. Az adott munkakörhöz és elvégzendő feladathoz szükséges szakmai ismeretre, készségekre, jártasságra és viselkedési módra összpontosítanak. Gondoskodnak arról, hogy a képzés szakmailag pontos, időszzerű és oktatási szempontból hatékony legyen az emberi hibák minimalizálása érdekében.

Az ANDE először 2015-ben, a legújabb kiadás pedig 2026-ban jelent meg¹⁴. Ezidáig azonban sem az ASME atomerőművi szabályzat III. és XI. kötetét gondozó szabványosító bizottságok, sem az NRC nem fogadta el az ANDE szabványok alkalmazását...

Következtetések

A jelenleg elérhető képzési és minősítési rendszerek nem tudják felkészíteni az anyagvizsgálókat a speciális feladatok – mint például a kristályközi feszültségkorróziós repedések felismerése, azok térbeli elhelyezkedésének, irányának és méreteinek meghatározása – maradéktalan és sikeres elvégzésére. Ezekhez a feladatokhoz, a vizsgálandó berendezéseket reprezentáló, ismert tényleges folytonossági hiányokat tartalmazó próbadarabokon végzett célirányos gyakorlati oktatás, felkészítés szükséges. Ismereteim szerint kevés minősítő és tanúsító szervezet alkalmas ilyen gyakorlati képzésre, többek között a megfelelő próbadarabok hiányában.

A gyakorlati oktatásban ez a probléma már az alapképzés szintjén jelentkezik. Trampus Péter ezt így fogalmazta meg egy 2012-ben adott interjúban¹⁵:

"A hazai anyagvizsgáló-képzés legfőbb problémája, hogy a hajdani nagyvállalatok iskolát teremtő laboratóriumai felbomlottak, az újakban pedig sokszor sem hely, sem avatott szakember, sem idő nincs, hogy a leendő és a pályakezdő anyagvizsgálók gyakorlatot, tapasztalatot szerezzenek."

A RMV Személyzet munkáltatója által végzett minősítés és tanúsítás nagyobb hangsúlyt fektet a gyakorlati oktatásra, figyelembe véve a vizsgálati tevékenység során várható speciális feladatokat és ehhez biztosítani is tudja a feltételeket. A munkáltató tehát célirányú képzésben érdekelt, az általa összeállított specifikus vizsgakérdések is ezt tükrözik.

Dr. Somogyi Sándor

⁷ Comments to Draft Regulatory Guide DG-1383 – Acceptability of ASME Section XI, Division 2, "Requirements for Reliability and Integrity Management (RIM) Program for Nuclear Power Plants" for Non-Light Water Reactors

⁸ NDE Performance Demonstration Test for Intergranular Stress Corrosion Cracking. EPRI, Palo Alto, CA: 2005. Report 1013546

⁹ ASME Section XI Rules for Inservice Inspection of Nuclear Reactor Facility Components Division 1 Rules for Inspection and Testing of Components of Light-Water-Cooled Plants

¹⁰ ASME Section XI Appendix VIII Performance Demonstration for Ultrasonic Examination Systems

¹¹ ASNT/ANSI CP-189 ASNT Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel

¹² ASNT/ANSI CP-105 Topical Outlines for Qualification of Nondestructive Testing Personnel

¹³ The Need for Change, the Legacy of Tmi: Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island, U.S. Government Printing Office: 1979 0 - 303-300

¹⁴ ASME ANDE-1–2026 ASME Nondestructive Examination and Quality Control Central Qualification and Certification Program

¹⁵ Középpontban a képzés (Trampus interjú) innotéka 2012. május 3. Szerző: Bencze Áron