

## A roncsolásmentes vizsgálók képzése – kitekintés a világra

Trampus Péter

Professor emeritus, Dunaújvárosi Egyetem, TRAMPUS@uniduna.hu

### 1. Bevezetés

A roncsolásmentes vizsgálatok jelentős mértékben járulnak hozzá a társadalom biztonságához és gazdasági jólétéhez. Elvart minőségű és megbízható roncsolásmentes vizsgálati eredményhez a követőknek kell teljesülniük:

- Igény oldalon: a (tervező, üzemeltető) mérnöknek egyértelműen meg kell határoznia a vizsgálati követelményeket, azaz a berendezés/szerkezet vizsgálandó tartományát, a detektálendő eltérés (folytonossági hiány) típusát és az elfogadási szintet.
- Válasz oldalon: az adott vizsgálati feladat elvégzésére alkalmas roncsolásmentes vizsgáló rendszert (eljárás, vizsgáló eszköz és vizsgáló személy) kell alkalmazni; és a vizsgáló személynek egyrészt követnie kell a validált vizsgálati technológiában foglaltakat, másrészt külső befolyástól mentesen kell meghoznia a vizsgálattal kapcsolatos döntéseit.

A vizsgálat végrehajtásának és az eredményének a minősége egy sor, egymással szorosabb-lazább kapcsolatban lévő tevékenység és/vagy tényező függvénye. Ezek sorát a kutatás és fejlesztés nyitja, majd a sor folytatódik a szabványokkal és a vizsgálati technológiákkal, a vizsgáló eszközökkel, a vizsgáló személyek képzésével és minősítésével/tanúsításával, az emberi tényezővel, különös tekintettel az etikus magatartásra és egészen a felügyeletig/auditig tart. Az 1. ábra ezeket a tevékenységeket/tényezőket egy lánc szemeiként mutatja be, amit a roncsolásmentes vizsgálat minőségi láncának is nevezhetünk.



1. ábra: A roncsolásmentes vizsgálat minőségi lánc [1]

Mint minden lánc, ez is olyan erős, mint amilyen a leggyengébb láncszeme. Hiába fektetünk nagy energiát egy elem minőségébe, az nem kompenzálja egy másik elem esetében a figyelem elmaradását – mint ahogy az erős láncszem sem tudja a gyengét kompenzálni. Nemzetközi tapasztalat azt mutatja, hogy az 1. ábrán bemutatott minőségi lánc egyik, ha nem a leggyengébb láncszeme a vizsgálat elvégzéséért és az eredmény jegyzőkönyvezéséért felelős személy. Nyilvánvaló, hogy ez a tény szoros összefüggésben van a képzéssel, a minősítéssel és tanúsítással, valamint egyéb emberi tényezőkkel, mint például az etikus magatartás.

Lényegében ezek a vizsgáló személy kompetenciájának a legfontosabb elemei. A kompetencia – az általam használt definíció szerint – a tudás, a képesség és az attitűd (Knowledge, Skill, Attitude, KSA) ötvözetete.

Jelen cikk a roncsolásmentes vizsgáló személyek képzésének világméretű helyzetét, illetve az odavezető utat tekinti át. A cikkben a vizsgálatok tényleges végzőinek a képzésére koncentrálnak, és nem foglalkozunk a roncsolásmentes vizsgáló mérnökök képzésével. Miután a képzés és a minősítés/tanúsítás szoros összefüggésben van egymással, és kialakulásuk, fejlődésük is párhuzamosan történt, ezért több esetben nem lehet elkerülni a képzés mellett a minősítés és tanúsítás kérdésének a megemlítését.

### 2. A képzés és a minősítés / tanúsítás jelentősége

Hangsúlyoztuk a vizsgáló személy felelősségét, nézzük most a kompetenciája elemeinek a fontosságát. A vizsgáló az elméleti és gyakorlati képzésen elsajátított ismeretek alapján tervezi meg, majd végzi a vizsgálatot és végül értékeli annak eredményét. Ezzel hozzájárul a vizsgált berendezés sorsáról hozott döntéshez, azaz ahhoz, hogy a berendezés az adott fázisban (gyártás, üzemelés) elfogadható vagy visszautasítandó. A vizsgáló képes meghamisítani az eredményt: egyrészt, ha nem kellőképpen képzett és/vagy tapasztalt, akkor tévesen értékelheti a detektált hiányt és visszautasít elfogadható berendezést; másrészt – fordított esetben – nem elfogadható darabot minősíthet elfogadhatónak. A két eset következményei ellentétesek, de egyaránt

súlyosak lehetnek. Az első eset anyagi veszteséget jelent a gyártónak vagy üzemeltetőnek, a másodikban pedig egy váratlan meghibásodás vezethet jelentős anyagi kárhoz vagy akár emberéletek elvesztéséhez. Legalább ilyen súlyú az eredmény meghamisításának az az esete, amikor azt a vizsgáló tudatosan teszi.

### 3. Képzési programok

Az ipar más szegmenseihez hasonlóan, a roncsolásmentes vizsgálat is, mint üzlet, napjainkra globalizálódott. Következésképpen a szabályozó dokumentumai, útmutatói és szabványai – ahogy maga az üzleti tevékenység is – átnyúlnak az országhatáron. Ezek a dokumentumok lehetnek:

- európai szintűek, pl. a Nyomástartó Edények Irányelve (Pressure Equipment Directive, PED),
- adott ipari szektorra vonatkozóak, pl. a Nemzeti Légi és Védelmi Vállalkozók Akkreditációs Programja (National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program, NADCAP), és
- az egész világra vonatkozóak, pl. a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (International Organization for Standardization, ISO), a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (International Atomic Energy Agency, IAEA), vagy a Nemzetközi Akkreditációs Fórum (International Accreditation Forum, IAF) vonatkozó dokumentumai.

A globalizáció folyamatának természetzerű következménye lett a képzési programok globálissá válása is.

#### 3.1 A kezdetek – a globalizáció előtti időszak

Talán nem véletlen, hogy egységes képzés igénye elsőként a fejlett ipari országok egyikében, az Amerikai Egyesült Államokban jelent meg az 1950-es és 1960-as évek fordulóján, főleg a hadiipar által vezérelve, és ugyanitt született meg erre az első válasz is. Különböző cégek, főiskolák és egyetemek kínáltak már korábban képzéseket, de ezek között nem volt összhang, és az alkalmazók között sem volt egyetértés, hogy milyen képzésre van szüksége egy roncsolásmentes vizsgálónak egy adott vizsgálat elvégzéséhez, és hogyan kell a képzés eredményességét lemérni. Összességében elmondható, hogy nem volt rend ezen a területen. Ezért ipari és kormányzati szereplők, valamint különböző szakmai szövetségek egyre nagyobb nyomást gyakoroltak az amerikai roncsolásmentes

vizsgálók közösségére, hogy az hozzon létre egységes koncepciót, ami alapja lehet egy (munkáltató által irányított) koherens képzési és minősítési gyakorlatnak. A vizsgáló közösséget ekkor az 1941-ben Amerikai Ipari Rádium és Röntgen Társaság (The American Industrial Radium and X-Ray Society) néven alakult, majd 1947-ben Roncsolásmentes Vizsgálói Társaság (Society for Nondestructive Testing, SNT) névre átkeresztelt társaság képviselte<sup>1</sup>. Az SNT 1961-ben létrehozta a kérdéssel foglalkozó belső szervezetét és megkezdte a szisztematikus munkát [2].

Ennek eredményeként, 1963-ra megszületett az SNT-TC-1 jelű, öt vizsgálati eljárásra (RT, MT, UT, LT és ET) kidolgozott, útmutató jellegű dokumentum. Ezt, több finomítás után, végül 1966-ban fogadta el (SNT-TC-1A jelzéssel) az SNT döntéshozó szerve és tekintette a kérdéskör alapító dokumentumának (parent document). Az alapító dokumentumnak, ami a Javasolt gyakorlat címet viseli, van néhány pontja, amelyeket érdemes felidézni. Ezek a következők:

- a dokumentum nyitott további vizsgálati eljárások befogadására,
- a dokumentum nem említi, hogy milyen területeken szükséges háttértudás a 3. szint eléréséhez és nem igényel jártasságot a roncsolásmentes vizsgálat „gazdasági” vonatkozásai terén,
- a dokumentum rögzíti, hogy az elfogadás szintje a 80%-os vizsgateljesítmény,
- a dokumentum a tudás és gyakorlat általános kombinációja helyett előnyben részesíti az egyes eljárásokra vonatkozó specifikus tudást és gyakorlatot,
- a dokumentum megengedi a cégeknek, hogy pusztán a vizsgák adminisztratív teljesítése céljából igénybe vegyenek 3. szintű vizsgálatot.

Az SNT-TC-1A dokumentum megújított verzióját négyévente adják ki, legutóbbi kiadása 2020-ban jelent meg [3].

#### 3.2 A harmonizáció folyamata

Az igény a képzési programok harmonizációjára természetesen máshol és tágabb kitekintésben is megjelent. Az 1970-es évektől a kérdés a szakma szinte minden nemzetközi összejövetelén téma volt. 1973-ban Varsóban, a Roncsolásmentes Vizsgálók Nemzetközi Bizottsága (International Committee for Non-Destructive Testing, ICNDT) által rendezett világkonferencián munkabizottság alakult a

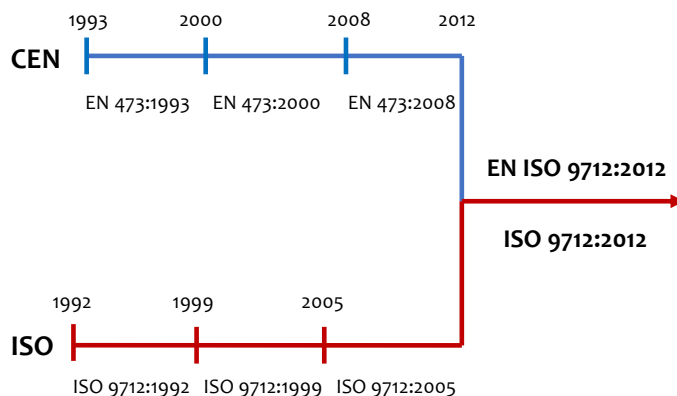
<sup>1</sup> Az SNT a mai nevét – Amerikai Roncsolásmentes Vizsgálói Társaság (The American Society for Nondestructive Testing, ASNT) – 1967-ben vette fel.

harmonizációs javaslat kidolgozására. A munkabizottság részletesen tanulmányozta, elemezte és összehasonlította a nemzeti képzési rendszereket, majd a munka eredményeként az 1979. évi világkonferencián, Melbourne-ben megegyezés született a részletes képzési programok alapját képező koncepcióról. Ennek a lefontosabb pontjai a következők voltak:

- mind a képzésnek, mind a minősítésnek az adott vizsgálati eljárásra kell vonatkoznia,
- mind a képzést, mind a minősítést három szintre osztva kell végezni,
- tanúsítvány megszerzését a tudás és a jártasság elfogadható szintjéhez köthették, amit meghatároztak,
- a minősítő vizsgát semleges, független testület előtt kell letenni.

Az 1982-ben Moszkvában megrendezett világkonferencián az ICNDT munkabizottsága bemutatta az ultrahangos vizsgálat javasolt képzési anyagát. Ugyanitt, az időközben megalakult és működő Európai Harmonizációs Munkabizottsággal együtt megerősítették a korábban rögzített alapelveket, továbbá kiegészítették azt egy állásfoglalással, miszerint a minősítések céljának kölcsönös elismerése a nemzetközi együttműködés hatékony eszköze.

Megkezdődött a minimum követelmények kidolgozása a nemzeti személyzetminősítő és tanúsító rendszerekhez, amelyeket az ICNDT 1985. évi konferenciáján fogadtak el, Las Vegasban. Ebben az időben lépett be a folyamatba az ISO, amelynek az ISO/TC 135/SC 7 albizottsága foglalkozott a roncsolásmentes vizsgáló személyek minősítésének szabványosításával. Az albizottság – az ICNDT, az IAEA és más nemzetközi szervezetek addigi munkáját is figyelembe véve – megkezdte egy nemzetközi szabvány kidolgozását, aminek eredményeként 1992-ben kiadták az ISO 9712 szabványt [4]. Miután az Európai Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (European Federation for Non-Destructive Testing, EFNDT) kezdettől élharcosa volt a független harmadik fél által végzett minősítésnek, ezért – párhuzamosan az ISO tevékenységével – az EFNDT kezdeményezésére az Európai Szabványosító Bizottság (European Committee for Standardization, CEN) is elindított egy szabványalkotó tevékenységet, amelynek eredménye az 1993-ban megjelent EN 473 lett [5]. A sok tekintetben azonos két szabvány párhuzamos története 2012-ig tartott, amikor megtörtént összeolvadásuk, 2. ábra. Ezzel lényegében befejezettek tekinthető

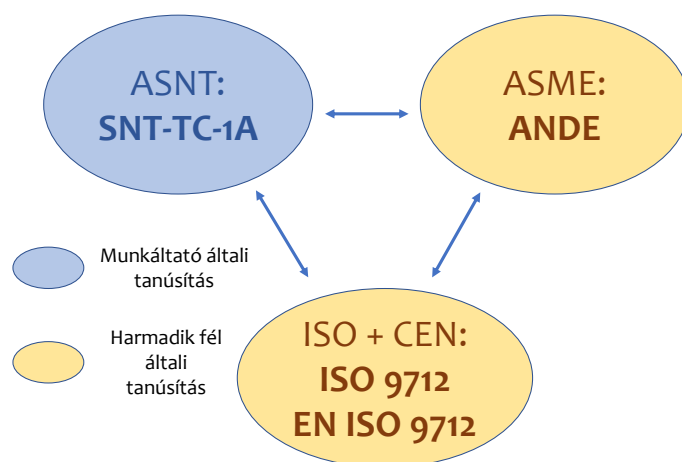


2. ábra: Az EN 473 és az ISO 9712 szabvány története [6]

a világméretű harmonizáció.

Az európai és a nemzetközi szabvány egyaránt kihangsúlyozta a részletes képzési anyagok szükségességét, induláskor hat eljárásra (az SNT-TC-1A öt eljárása kiegészült PT-vel), majd a lista folyamatosan bővült az idők során.

Megjegyezzük, hogy ezzel a munkáltató általi minősítés nem szűnt meg. Az Amerikai Egyesült Államokban és a világ néhány más országában továbbra is az SNT-TC-1A jelű Javasolt gyakorlatban foglalt rendszert követik. Néhány évvel ezelőtt azonban megjelent, elsősorban az amerikai nukleáris ipar igényének a kielégítése céljából egy új, harmadik fél által végzett minősítési eljárás. Ezt az Amerikai Gépészmérnökök Egyesülete (The American Society of Mechanical Engineers, ASME) dolgozta ki, elnevezése ennek megfelelően: ANDE (ASME Non-destructive Examination), és dokumentumai megfelelnek a nukleáris ipar minőségbiztosítási előírásainak [7]. A 3. ábra a világban járatos és szabályozott minősítési és tanúsítási rendszereket foglalja össze.



3. ábra: A vizsgáló személyek minősítési és tanúsítási rendszerei [6]



A saját tevékenységi területén, elsősorban a fejlődő országokkal folytatott műszaki együttműködés keretében, az IAEA is kidolgozott egy képzési útmutatót a roncsolásmentes vizsgálatokhoz, aminek első kiadása több változtatást, frissítést követően a TECDOC-628 dokumentumban kristályosodott ki [8]. Azzal együtt, hogy a [8] dokumentum egy részletes és figyelemre méltó útmutató, és ezért elterjedten használják a világban, az IAEA – mandátumából következően – ezt azokban az országokban ajánlja, ahová a műszaki együttműködési programja (akár nemzeti, akár regionális projektek formájában) irányul.

A roncsolásmentes vizsgáló személyzet képzése és minősítése harmonizációjának jelentős lépése volt a CEN és az ISO közös munkacsoportjának a tevékenysége. Ennek eredménye 2006-ban két dokumentum – műszaki jelentés (Technical Report, TR) – kiadása volt. Ezek a következők: CEN ISO/TR 25107 [9] és CEN ISO/TR 25108 [10]. Mindkét útmutatót a közelmúltban magasabb szintre emelték: legújabb kiadásuk műszaki jelentés helyett műszaki specifikáció (Technical Specification, TS) formában jelent meg [11, 12]. A [9], illetve [11] útmutató, amely a vizsgálotól elvárt minimális műszaki tudás elemeit tartalmazza, elsősorban a képző intézményeket szolgálja azzal, hogy az abban írottak követésével egységes szintű képzési anyagokat készíthessenek, és így a vizsgáló személyek kompetenciája is egységes szintű legyen. Az EN ISO 9712 szabvány a következő vizsgálati eljárásokkal foglalkozik: AT, ET, LT, MT, PT, RT, ST, TT, UT és VT. A következő táblázat az egyes eljárásokra előírt minimális óraszámokat mutatja az amerikai, a (volt) európai és a nemzetközi rendszerben [6].

**1. táblázat:** A különböző eljárásokra előírt minimális óraszámok az amerikai, a (volt) európai és a nemzetközi rendszerben [6]

Eljárás	1. szint			2. szint			3. szint		
	EN 473	SNT-TC-1A	ISO 9712	EN 473	SNT-TC-1A	ISO 9712	EN 473	SNT-TC-1A	ISO 9712
AT	64	40	40	64	40	64	48		48
ET	40	40	40	40	40	48	40		48
LT*	16	24	24	24	16	32	24		32
MT	16		16	24		24	32		32
PT	16	4	16	24	8	24	24		24
RT	72	40	40	80	40	80	72		40
UT	64	40	40	80	40	80	72		40
VT	16	8	16	24	16	24	24		24

\* Nyomáskülönbségen alapuló eljárás.

Megfigyelhető a táblázat óraszamaiból, hogy – elsősorban a mélyebb elméleti felkészültséget és nagyobb gyakorlatot igénylő eljárások, mint AT, RT és UT, esetében – az európai követelmények szigorúbbak voltak. Az óraszámok minimum követelmények, amiktől a képző intézmények felfelé eltérhetnek. Az amerikai és európai rendszerben hasonló eltérések máshol is megmutatkoztak. Ezek egyike a roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatóságának kérdése. Ennek harmonizálásra például a két fél egy közös workshop sorozatot indított, amelynek a rendezvényei 1997 és 2017 között hét alkalommal kerültek megtartásra.

#### 4. A Leonardo projektek

Az ISO 9712 szabvány (ami egyben európai és magyar szabvány is) részletesen szabályozza a minősítési folyamatot és tartalmaz néhány előírást a képzéssel, valamint a minősítő vizsgálóval kapcsolatban. A képzések és a vizsgák szakmai tartalmát és színvonalát azonban nem határozza meg kellő mélységben. Márpedig világos, hogy a vizsgáló személyzet kompetenciája mindaddig jelentősen eltérő lehet országról-országra, amíg legalább a képzések szakmai minimumát nemzetközileg elfogadott módon nem rögzítik. Nagy előrelépés volt a tematikai irányelvek megjelenése [9, 11], amelyek támpontot nyújtanak mind az oktatóknak és a tanulóknak, mind a tanúsító testületeknek. Különösen az utóbbiak számára fontos ez, mert az ő felelőségük, hogy milyen szakmai tartalmú tanfolyam elvégzését fogadják el a tanúsításra jelentkezőktől.

Az európai szinten harmonizált képzések irányába tett igen fontos lépés volt az a kezdeményezés, ami – 2004 és 2006 között, tehát még az irányelvek kiadását megelőzve – azzal a célkitűzéssel született, hogy az Európában tanúsított anyagvizsgálók kompetenciája gyakorlatilag azonos szintű legyen. Ennek jegyében négy EU tagállam – Spanyolország, Franciaország, Németország és az Egyesült Királyság – roncsolásmentes vizsgáló társaságainak (AEND, COFRIEND, BINDT és DGZfP) szakemberei didaktikai útmutatókat, tanfolyami kézikönyveket és tanári segédletet állítottak össze ET, MT, PT, RT és UT eljárásra a roncsolásmentes vizsgálókat a minősítő vizsgákra felkészítő oktatáshoz. A tananyagokat a kidolgozó országok a saját nyelvükön, az ország sajátosságait is figyelembe véve jelentették meg és használják.

A projekt kezdeményezője és koordinátora egy spanyol szakképző intézmény (Centro Nacional de Formación Profesional Ocupacional (CNFPO) del Servicio Regional de Empleo y Formación (S.E.F.) de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia) volt, finanszírozója pedig – egy Leonardo da Vinci program keretében – az Európai Bizottság. A projekt elnevezése a következő volt: „Európai Képzési Program Roncsolásmentes Anyagvizsgálók Minősítéséhez” (angol rövidítéssel „PROQUALINDT”).

A sikeresen lezárult projektnek a logikus folytatásaként 2011 őszén kezdetét vette egy második, „Roncsolásmentes Anyagvizsgálók Minősítése – Európai Képzési Program Továbbadása” (röviden: „TRANSFER PROQUALINDT”) elnevezésű Leonardo da Vinci II program, szintén az Európai Bizottság szponzorálásában [13]. Ennek a célja az volt, hogy az első projekt eredményeit további európai országoknak adják át. A résztvevő országok roncsolásmentes vizsgálati társaságai szempontjából pedig az, hogy csatlakozhassanak a közös képzési programhoz és honosíthassák annak

dokumentumait. Ebben a projektben a cseh, a horvát, a magyar és a portugál roncsolásmentes vizsgálati társaság vett részt, koordinátora – a folytonosság biztosítása céljából is – ugyanaz a spanyol intézmény volt, amelyik az első projektet is koordinálta. A projekt munkája 2013 végén sikerrel zárult. Az elkészült tananyagok nem egyszerűen az előző fázisban elkészültek fordításai voltak, hanem azok korszerűbb és kiegészített változatai, tartalmukban és szerkezetükben illeszkedtek az időközben megjelent [8] útmutatóhoz. Korszerűségüket olyan vizsgálati technikák tárgyalása fémjelzi, mint a fázisvezérelt (Phased Array UT, PAUT), a szórt hullámok futásidejének mérésén alapuló (Time-Of-Flight Diffraction, TOFD) és a nagy hatótávolságú (Long-Range UT, LRUT) ultrahangos vizsgálat, a digitális radiográfia, az elektrongyorsítóval előállított röntgensugárzás, a (térérzékelő szonda alkalmazásával végzett) szórt fluxusú mágneses vizsgálat, a frekvencia-szkenneléssel vagy az impulzus üzemű gerjesztéssel végzett örvényáramú vizsgálat. A 4. ábra példaként egy-egy magyar nyelvű didaktikai útmutató és tanfolyami kézikönyv fedőlapját mutatja.



4. ábra: „Leonardo” didaktikai útmutató és tanfolyami kézikönyv fedőlapja

## 5. Összefoglalás

A roncsolásmentes vizsgálat minőségi láncának fontos része a vizsgáló személy kompetenciáját fejlesztő képzés, az azt igazoló minősítés és tanúsítás, továbbá több, más emberi tényező, pl. az etikus magatartás. A globális világban, amelyben a vizsgálati tevékenység átnyúlik az országhatárokon, elengedhetetlen, hogy a vizsgálók kompetenciájának minimális szintje a tevékenység végzésének és a tanúsítvány megszerzésének a helyétől független, mindenhol és mindenkor azonos legyen. Ennek a valós igénynek a kielégítése érdekében a következők történtek az elmúlt évtizedek során.

- A világ roncsolásmentes vizsgáló közössége, a nemzetközi szervezetei (ICNDT, EFNDT, IAEA) vezetésével és a szabványosítási szervezetekkel (ISO, CEN) karöltve, a múlt század végére kidolgozta az egységes képzés, valamint a minősítés/tanúsítás koncepcióját.
- Szabványok és irányelvek születtek az egységes képzés és minősítés/tanúsítás minimális követelményeire (képzési óraszámok, képzési tartalmak, jártassági időtartamok).
- A szabványokból kiindulva – Európában – egységes képzési anyagokat dolgoztak ki a roncsolásmentes vizsgáló társaságok szakemberei (Leonardo tananyagok).
- A minősítés és tanúsítás egységes színvonalát képezi az ICNDT és az EFNDT által működtetett, a tanúsítványok kölcsönös elismerésén nyugvó mechanizmusnak.

## Hivatkozások

- [1] Overall NDT Quality System, EFNDT Guidelines, Issue 2, EFNDT, October 2014.
- [2] From vision to mission: ASNT 1941 to 2016 (ed. T. E. Jones), The American Society for Nondestructive Testing, Columbus, OH, 2016.
- [3] Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing, Recommended Practice No SNT-TC-1A, ASNT, 2020.
- [4] Non-destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel, ISO 9712: 1992.
- [5] Non-destructive testing. Qualification and certification of NDT personnel. General principles, EN 473:1993.
- [6] Literature concerning ISO 9712:2012, ISO/TC 135, December 2015.
- [7] Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications, NQA-1, ASME, 2015.
- [8] Training Guidelines in Non-Destructive Testing Techniques, IAEA-TECDOC-628, Revision 2, 2008.
- [9] Non-destructive testing – Guidelines for NDT training syllabuses, CEN ISO/TR 25107:2006.
- [10] Non-destructive testing – Guidelines for NDT personnel training organizations, CEN ISO/TR 25108:2006.
- [11] Non-destructive testing – NDT training syllabuses, CEN ISO/TS 25107:2019.
- [12] Non-destructive testing – NDT personnel training organizations, CEN ISO/TS 25108:2018.
- [13] Bartos Z., Skopál I.: Új utakon a roncsolásmentes vizsgálók képzése és tanúsítása, Anyagvizsgálók Lapja, Célszám 2015

# RAKK & AGY 2021

## XII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás (RAKK) és 10. Anyagvizsgálat a Gyakorlatban (AGY) Konferencia

Az anyagvizsgálat elméleti és gyakorlati szakértőinek fóruma, figyelmet fordítva a fiatal szakemberek eredményeire és a fejlődési irányok áttekintésére.

A konferencia **online** formában kerül megrendezésre!

2021. március 17-18.

<https://e-vent.space/rakk-agy/>



**MAE**

