

# A roncsolásmentes vizsgálat fejlődésének száz éve Magyarországon

Trampus Péter<sup>1</sup>

## Bevezetés

Az ember évezredek óta használja a szemét anyagok vizsgálatára, és a napjainkban alkalmazott roncsolásmentes vizsgálati eljárások többségének a fizikai elve is már jó néhány száz éve ismert, a „roncsolásmentes vizsgálat” fogalom mégis csak a huszadik század elején született. Irodalmi források szerint az amerikai *Elmar Ambrose Sperry* alkalmazta elsőként a „*nondestructive*” kifejezést, amikor 1928-ban vasúti alkatrészeket mágnesezhető poros vizsgálatot végzett és eredményeit közölte [1]. A német nyelvű szakirodalomban 1933-ban lehetett először felfedezni a „*zerstörungsfrei*” jelzőt [2]. Kutattunk a magyar nyelvű szakirodalomban a „roncsolásmentes” szó első megjelenésére vonatkozóan. *Mende Jenő* a Természettudományi Közlöny apró közleményei között 1920-ban megjelentetett rövid írásában a fémek Röntgen-sugarakkal történő vizsgálatával kapcsolatban azt írta, hogy „...az eljárás azért fontos, mert az anyagot megrongálása nélkül lehet vizsgálni.” [3]. Ami bizonyos, hogy *Gillemot László*, a magyar királyi József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépész és Vegyészmérnöki Karának Gépészmérnöki Osztályához a műszaki doktori cím elnyeréséért 1940-ben benyújtott disszertációja már magától értetődő módon használja a roncsolásmentes vizsgálat fogalmát, amikor Gillemot a következőket írja a disszertációja bevezetésében: „A legelterjedtebb és legnagyobb jelentőségű roncsolásmentes anyagvizsgálati módszer ma a röntgenvizsgálat...” [4].

Jelen cikk írására elsősorban az adott okot, hogy Gillemot László születésének századik évfordulója tiszteletére a BME Anyagtudományi és Technológia Tanszéke a magyar műszaki anyagtudomány és anyagvizsgálat évének nyilvánította az 2012. évet [5]. A centenáriumi év rendezvényeinek megszervezésében közreműködött az MTA Műszaki Tudományok Osztálya Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottsága és a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség. A centenáriumi rendezvények egyik kiemelkedő programja volt a Magyar Tudományos Akadémia Dísztermében tartott tudományos emlékkonferencia. Írásom az emlékkonferencián elhangzott előadás kibővített változata.

Egy ilyen, a fejlődést bemutató összefoglaló cikk megírása során akaratlanul is felmerül a korszerűség kérdése (pl. korszerű eljárás). A korszerűség sokféleképpen értelmezhető és bemutatható. Az egyik leglátványosabb módszer lehet a száz vagy akár csak ötven évvel ezelőtt használatos, akkor korszerűnek mondott vizsgáló készülékek összehasonlítása a jelenlegiekkel. Hála a számítástechnika, a mikroelektronika és más tudományterületek eredményeinek, a mai készülékek már nem is hasonlítanak a régiekre, a generációk közötti különbség óriási. Jelentheti-e ez azt, hogy a százéves készülék nem korszerű? Azt is lehet például elemezni, hogy évtizedekig csak néhány (legfeljebb tíz) járatos roncsolásmentes vizsgálati módszerrel beszélünk. Ezzel szemben ma bármelyik nagy nemzetközi konferencián, amely a roncsolásmentes vizsgálatról foglalkozik, már száz felett van az ismertett eljárások száma. A korábbi tíz módszer már nem korszerű? Egyet nem szabad elfelejteni, sem a készüléktechnika fejlődése, sem az eljárások specializálódása, sem egyéb szempont alkalmazása vonatkozásában. Nem attól válik valami korszerűvé, ha kicsi és digitalizált vagy egy igen bonyolult, speciális feladat megoldására fejlesztették ki. Minden roncsolásmentes vizsgálati eljárás korszerű, ha ismerjük az eljárás lehetőségeit és korlátait, és ezeket szem előtt tartva alkalmazzuk őket. Elődeink között megtaláljuk azokat a kiváló tudósokat, mérnököket

és a vizsgálatokat végző értékes szakembereket, akik ha nem is hangoztatták az előző gondolatot, de annak szellemében végezték munkájukat. Ez az írás nekik is tisztelegni kíván.

## A hazai roncsolásmentes vizsgálat krónikája

Az elmúlt évtizedekben több kitűnő visszatekintő cikk is született, amelyek feldolgozták a hazai anyagvizsgálat és ezen belül a roncsolásmentes vizsgálat vagy csak kimondottan a roncsolásmentes vizsgálat történetét, pl. [6–10]. Ezek mellett egy-egy vizsgálati eljárás fejlődésének a történetét is megírták, pl. [11–14]. Jelentős nagyvállalatok készítettek visszaemlékezéseket a cég történetéről, amelyekben általában önálló rész foglalkozott az anyagvizsgálattal, pl. [15–17]. Cikkem megírásakor természetesen támaszkodtam ezekre a korábbi munkákra is, és elkerülhetetlen volt, hogy ne legyen néhány helyen ismétlés vagy átfedés azokkal. Ezeket a hivatkozások is jelzik. De nem használtam fel az áttekintő cikkek valamennyi információját (ezek mindenki számára hozzáférhetőek). Kísérletet tettem valamiféle, azoktól különböző koncepció megvalósítására: időszakokra osztottam fel az elmúlt több mint 100 évet. A felosztás önkényes volt, ily módon nem biztos, hogy mindenkinek az ízlésével találkozik, amiért előre is elnézést kérek.

### Kezdeményező szerepben a fizikusok

Az első időszak a röntgensugárzás felfedezésével vette kezdetét és az 1930-as évekig tart. Ez az időszak gyakorlatilag csak a röntgenvizsgálatról szól. Bár *Eötvös Lóránd*, a Magyar Tudományos Akadémia elnöke, 1. ábra, *Klupháthy Jenő* és *Pekár Dezső* napokkal *Wilhelm Conrad Röntgen* 1895. november 8-án este tett felfedezését követően, de még annak 1896. január 23-i nyilvánosságra hozatala előtt – hírlapi értesülések alapján – reprodukálta az „X-sugárzást” a Budapesti Tudományegyetem Fizikai Intézetében és röntgenfelvételeket készítettek, egyebek között *Eötvös Lóránd* kezéről [14, 18]. Igen rövid idő alatt további hazai kutatóhelyek is képesek lettek röntgenfelvételek készítésére. Egyebek között *Gothard Jenő* szombathelyi fizikus, *Homor István* szegedi tanár, sőt a győri, szegedi, pécsi és nagyváradai gimnázium diákjai is készítettek felvételeket. Nagyváradon *Károly József Irén*, Késmárkon *Alexander Béla* megszervezte az első orvosi röntgen laboratóriumot. *Kiss Károly* egyetemi tanár a Műegyetemen állított fel egy röntgen készüléket és hozott létre laboratóriumot. A Magyar Tudományos Akadémia III. Matematikai és Természettudományi Osztálya is foglalkozni kezdett a röntgensugarakkal. És mindez még mindig csak 1896-ban történt, kevesebb, mint egy évvel Röntgen felfedezését követően.

Ebben az időszakban szükségszerű és ezért teljesen logikus volt a fizikusok kezdeményező szerepe a röntgen laboratóriumok létrehozásában és működtetésében. A kereskedelemben ugyanis még nem lehetett kapni komplett, működőképes berendezéseket. A készülékeket külön-külön megvásárolt részekből kellett összeállítani, és a ke-



1. ábra. Báró Eötvös Lóránd

<sup>1</sup> Egyetemi tanár, Dunaújvárosi Főiskola

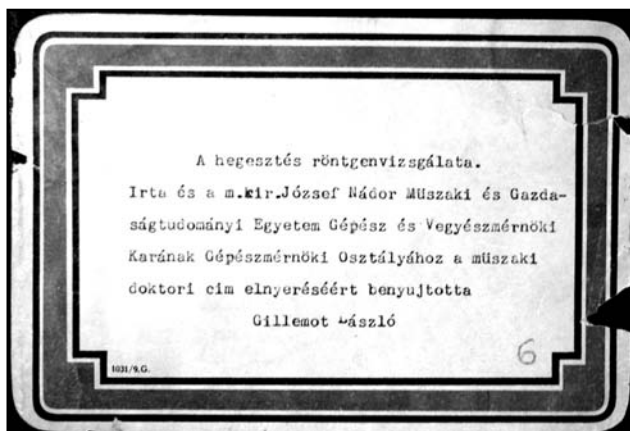
zelésük is nagyon bonyolult volt. Az is érthető, hogy ebben az időszakban a röntgenvizsgálat orvosi alkalmazása került előtérbe. Az első vizsgálatok a sebészet területén történtek: csontsérülések gyógyításánál, idegen test (pl. lövedék) eltávolításánál értek el kiemelkedő eredményeket. Az első orvosi vonatkozású magyar közleményt *Högyes Endre* írta 1896 januárjában [19]. Ebben a szerző saját kísérleteire hivatkozva megállapította, hogy a különböző szövetek és szervek sugárátbocsátó képessége eltérő, és ezzel következtetni engedett a belgyógyászati vizsgálatok lehetőségére. Továbbá a szakirodalomban elsőként mutatott rá arra, hogy a röntgensugárzásnak gyógyászati tekintetben is szerepük lesz.

A mérnökök röntgenvizsgálat iránti érdeklődését az mutatja, hogy sorra számoltak be a külföldön (elsősorban Németországban) elért eredményekről. Ezek a beszámolók általában a Természettudományi Közöny „Apró közlemények” rovatában jelentek meg, pl. [20-22]. Beszámoltak a Röntgen-sugárzás diffrakció és interferencia jelenségeivel kapcsolatban arról is, hogy a „Röntgen-sugaraknak e téren (mármint az anyagok 'végső' szerkezetének a terén) való alkalmazása oly mikroszkópot állított a tudományos kutatás szolgálatába, melynek nagyítási képességéről azelőtt álmodni sem lehetett...” [23], valamint beszámoltak nem fémes anyagok (pl. fa, szén, kocsz, brikett) tulajdonságainak a vizsgálatáról [24].

## A műszaki áttörés időszaka

Ez az időszak az 1930-as évektől az 1960-as évekig tart. Jellemző rá, hogy a már bevált orvosi alkalmazások mellett megkezdődött, majd egyre szélesebb teret nyert eleinte a röntgenvizsgálat, majd később feltűntek az egyéb roncsolásmentes vizsgálati eljárások is. A 30-as években jelentek meg az első részletesebb cikkek a röntgensugárzás műszaki alkalmazásáról, de eleinte még továbbra is csak külföldi alkalmazásokra hivatkozva, pl. [25-27]. Az alkalmazási példák felölelték az öntvények, a vasúti sínek, a repülőgép alkatrészek és a hegesztési varratok vizsgálatát. A finomszerkezet vizsgálat terén ismertetésre került a *Bragg*, illetve a *Debye-Scherrer* röntgen spektrográf, amelyek alkalmazhatók például a kristályszerkezet, illetve belső „feszülések” vizsgálatára [26].

Az igazi áttörést Gillemot László kutató munkája jelentette a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Saját kísérleti eredményeire alapozva írta meg műszaki doktori disszertációját [4] (2. ábra, a doktori diploma átadása a 3. ábra), amely munkához mérhető összetett, a hegesztési varratok röntgenvizsgálatának szinte valamennyi részterületét felölelő, tudományos és egyúttal a mérnöki gyakorlatban is alkalmazható mű 1939-40-ben nem létezett. Kutatásai során Gillemot számos elméleti kérdést is tisztázott. Ilyen volt például a film feketedésének a röntgensugárzás elnyelődésével és a szóró sugárzás hatásával való kapcsolata; a legkisebb, még kimutatható anyaghiba észlelhetősége a csőfeszültség függvényében; a síkfelületű tárgyakon elért eredmények általánosítása, illetve az eredmények kiterjesztése



2. ábra. Gillemot László disszertációjának fedőlapjáról.



3. ábra. Gillemot László 1941. június 13-án átveszi doktori diplomáját.

hengeres felületekre. Az elméleti kérdések mellett számos, a gyakorlati életben fontos felismerést is közzé tett. Kísérleti úton meghatározta az elméleti összefüggésekben szereplő állandókat, hogy azokat a gyakorlati munka során hasznosítani lehessen, és bármely anyagra általánosíthatóak legyenek. A röntgenfelvételek kiértékelésével kapcsolatban megállapította, hogy a helyes eljárással készített felvétel csak megbízható módon értékelhető, és ennek alapján megbecsülhető a hegesztési varratban található folytonossági hiányoknak a szakítószilárdságra gyakorolt hatása. Összefüggést talált továbbá az egyes hibák mérete és a varratfém szakítószilárdsága, valamint a hegesztőpálcák minősége és a varrat hőkezeltégi állapota között. Megállapította a fotometrikus kiértékelés szóródásának kísérleti eredményeiből, hogy a folytonossági hiányok felismerhetősége a röntgenvizsgálatok természete miatt korlátozott.

A roncsolásmentes vizsgálat hazai elterjedésének felgyorsulása a második világháborús készülődésnek köszönhető. A Weiss Manfréd Művek Rt. repülőgépgyárában francia licenc alapján repülőgép motorokat gyártottak, és a motor könnyűfém öntvényeinek a vizsgálatára röntgen laboratóriumot létesítettek 1937-38-ban [15]. Ez volt az ország első ipari röntgen laboratóriuma. Ugyanitt alkalmaztak egy nagyméretű mágneses repedésvizsgáló készüléket is. Meg kell jegyezni, hogy a repülőgépgyártás szigorú követelményei segítettek az anyagvizsgálat más területei fejlődésének is. Lényegében ezekben az években, illetve a második világháború alatt alakult ki Csepelen a teljes anyagvizsgálati vertikum, amely magába foglalta a roncsolásmentes laboratóriumon túlmenően a mechanikai, a metallográfiai, a színképelemző, a kémiai és a finomszerkezeti röntgen laboratóriumot is. Az alapítás *Réti Pál* nevéhez fűződik. A hadigazdálkodás támasztotta igényeket természetesen nemcsak a Weiss Manfréd Művek Rt., hanem más cégek, mint például a MÁVAG, a Ganz Vagon- és Gépgyár, a Győri Vagon- és Gépgyár és a Diósgyőri Gépgyár elégítette ki, ami ezeknél a cégeknél is jelentősen hozzájárult az anyagvizsgálat és természetesen a roncsolásmentes vizsgálat fejlődéséhez.

A következő lökést a világháborúban lerombolt ország újjáépítése adta. Helyre kellett állítani a közlekedést, az energia ellátást, a gépgyártást, hogy csak a legfontosabbakat említsük. Budát és Pestet az ideiglenes Kossuth híddal kötötték össze, 4. ábra, amelynek hegesztési munkáiért és a hegesztési varratok röntgenvizsgálatáért Gillemot Lászlót Kossuth díjjal tüntették ki. A Budapesti Műszaki Egyetem (pontosabban a „Gillemot Tanszék”) munkatársai igencsak kivették részüket az újjáépítési munkákban. Rendszeresen járták az országot, és a gyárakban, illetve az erőművekben röntgenézték a vasúti tartálykocsik, a kazánok, az új hidak alkatrészei hegesztési varratait [28]. A tanszék munkatársai által alkalmazott röntgen berendezés még az a világháború előtti



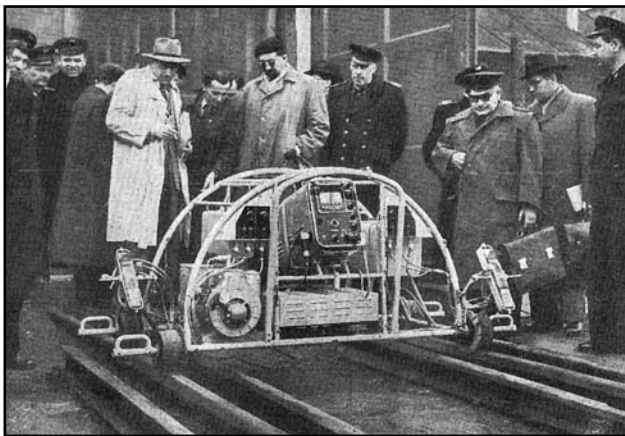
4. ábra. A Kossuth híd.

készülék volt, amellyel Gillemot László a disszertációjának a röntgenfelvételeit készítette.

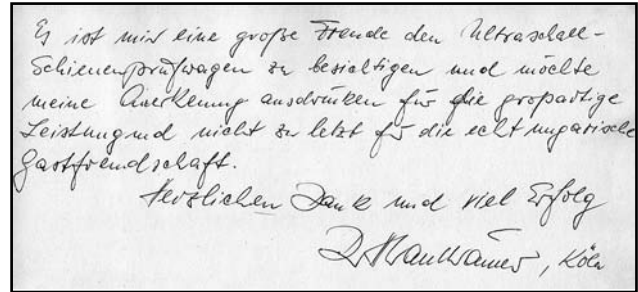
Az 1950-es években kezdett elterjedni hazánkban is a radioaktív izotópok alkalmazása anyagvizsgáló célokra [12]. Az első hazai izotóp laboratóriumot a Csepel Művekben létesítették, vezetője Varga Károly volt. Itt a radiográfiai vizsgálatok mellett nyomjelzés-technikai és izotópkémiai vizsgálatokat is végeztek, valamint mérés-technikai eszközök egyedi tervezése és gyártása is folyt. Hazai fejlesztésű és gyártású, automatizált gamma-defektoszkópokat alkalmaztak a földgáz- és kőolajvezeték építésekhez [9].

Ugyancsak ebben az időszakban jelent meg hazánkban az ultrahangos vizsgálat. Elterjedése nem volt problémamentes, amint azt Réti Pál cikkeiben olvashatjuk [7, 11]. Az okok között találjuk, hogy kevés volt a korszerű (azaz mind érzékenység, mint teljesítmény szempontjából alkalmazható és gyors, megbízható és jól kiértékelhető eredményeket szolgáltató) készülék, és kevés volt az elméleti és gyakorlati szakember. Ezek eredményeként az ultrahangvizsgálatról rossz vélemény alakult ki és a gyártóüzemek idegenkedtek tőle a sok selejttől való félelem miatt. A módszer hitelét az a szisztematikus és kitaró kísérleti munka állította helyre, amelyet elsősorban a Csepel Művekben, majd – egyebek között – az időközben (nem mellesleg Gillemot László által) létrehozott Vasipari Kutató Intézetben (VASKUT-ban) folytattak.

Az ultrahangvizsgálat hazai elterjedéséhez és fejlődéséhez jelentős mértékben járult hozzá a vasúti közlekedés biztonságának igénye, és az a munka, amit ennek az igénynek a kielégítése érdekében Magyar Államvasutaknál végeztek [29, 30]. 1957-ben a két sínzál egyidejű vizsgálatára alkalmas sínvizsgáló kocsit fejlesztettek ki és építettek, 5. ábra. A készülék kiemelkedő műszaki színvonalát még Herbert Krautkrämer, az ultrahangvizsgálat egyik apostola is méltatta magyarországi látoga-



5. ábra. A MÁV sínvizsgáló kocsija.



6. ábra. Herbert Krautkrämer méltató bejegyzése a MÁV sínvizsgáló kocsijáról.

tása alkalmával, 6. ábra. A következő lépést a készüléktechnika fejlődése (tranzistoros készülékek váltották fel az elektroncsöves ultrahangos készülékeket) segítette elő. Bevezették az egy ember által kezelhető, egy sínzálás készüléket. Majd ezt követte a „MÁV Ultrahangos Sínvizsgáló Kocsija”, amelynek megalkotása és bevezetése azonban már a következő időszakra esett.

Hazánkban, csaknem úttörő módon már 1987-ben megalakult a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete. Az Egyesület a második világháború alatt – érthető módon – takaréklángon folytatta tevékenységét, majd a műszaki közélet fórumai világháborút követő újjászervezésének politika befolyásától sem mentes időszakában megszűnt létezni. 1949-ben megalakult a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége (MTESZ), amely mai is működik. A MTESZ keretein belül iparágak, illetve ágazatok szerint szerveződtek a tudományos egyesületek. A roncsolásmentes vizsgálatot az első időben érthető módon a röntgenvizsgálatban érdekelt szakemberek képviselték, akik Réti Pál vezetésével csatlakoztak a Híradástechnikai Tudományos Egyesület orvosi röntgen szakbizottságához. A Gépipari Tudományos Egyesület (GTE) 1949-ben történt megalakulását követően néhány évvel a szakcsoport már a GTE Technológiai Szakosztályának a keretein belül működött tovább. Később, ahogy a fejlődés megkívánta, szakbizottsággá növekedett, magába ötvözve a vas-, fém- és gépipari anyagvizsgálat más ágainak a képviselőit is. 1957-ben az anyagvizsgáló szakbizottság kivált a Technológiai Szakosztályból és a GTE keretében létrejött az önálló Anyagvizsgáló Szakosztály. A szakosztály első elnökének Gillemot Lászlót választották. Az Anyagvizsgáló Szakosztály szakbizottságai között kezdettől fogva megtalálható volt a roncsolásmentes szakbizottság, amelynek első elnöke Konkoly Tibor lett.

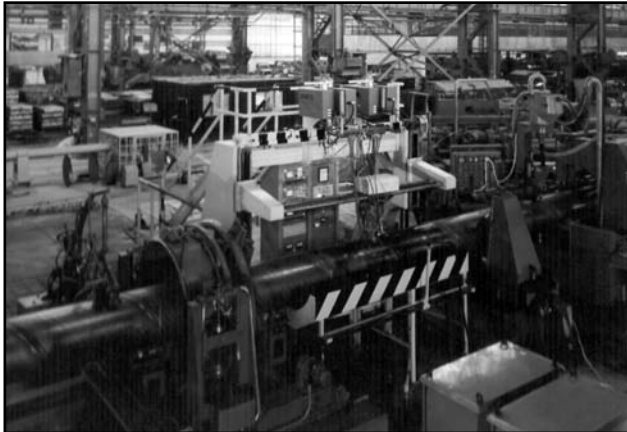
Megindult a roncsolásmentes vizsgáló berendezések fejlesztése és gyártása [9]. Ezek közül megemlíthjük a Röntgen és Orvosi Készülékek Gyárának Mobil, illetve a Trakis Szövetkezetnek a Liliput röntgenkészülék családját. Izotóptartókat és defektoszkópokat gyártottak a debreceni Kísérleti Fizikai Intézetben, a Csepel Művekben, az MTA Izotóp Intézetben és a Bányászati Kutató Intézetben (TÁK gamma-defektoszkóp). A Fok-Gyem Szövetkezet Steelsorter néven forgalmazott és exportált magnetoinduktív vizsgáló berendezést, amelyet elsősorban keveredett acéltérmekek szétválogatására használtak.

## Az érett időszak

A következő két évtizedet (1970-80-as évek) az ország ipari fejlődése, a minőségi és biztonsági követelmények általános szigorodása, valamint a nagyberuházásokkal, mint például az olaj- és gázvezeték építésekkel és az atomerőmű építéssel együtt járó újszerű és igényes roncsolásmentes vizsgálati feladatok megjelenése jellemezte. Mindezek eredményeként jelentős fejlődésen ment át a hazai roncsolásmentes vizsgálat, a szó igazi értelmében éretté vált.

Ennek egyik szemléletes példája a Dunai Vasmű spirálcső üzemében folytatott roncsolásmentes vizsgálati tevékenység, majd a fejlődés csúcspontját képviselő komplex ultrahangos minőségszabályozó rendszer kifejlesztése és üzembe állítása [16]. A kezdeti időszakban a gyártósorokra szerelt ultrahangos berendezésekkel és közvetlenül a gyártógépek mellé telepített röntgensugaras átvilágító készülékekkel bizto-

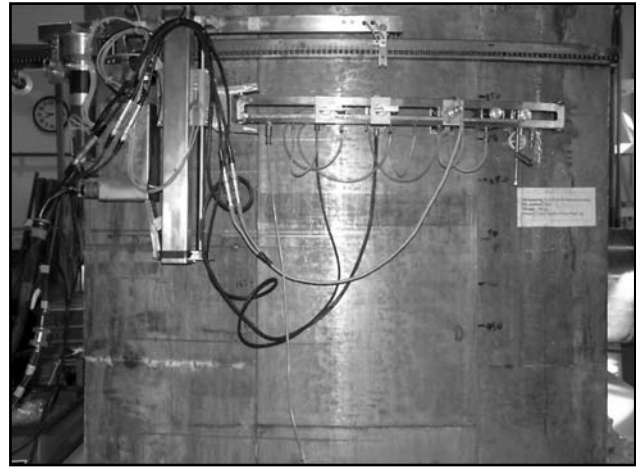
sítoták a spirálvarratos csövek hegesztési varratainak a 100%-os minőségellenőrzését. Ennek a kétlépcsős vizsgálati rendszernek az első lépcsőjeként (ultrahangos vizsgálat) egy gyors, szelektáló vizsgálat történt a gyártás ütemében, majd a második lépcsőjében (röntgenvizsgálat) a hibásnak osztályozott termékeket vizsgálták. A kétlépcsős rendszer eredményei nemcsak a termék megfelelőségét igazolták, hanem megfelelő információt szolgáltattak a gyártási folyamat szabályozásához is. Később, tekintettel a minőségi követelmények szigorodására, valamint a tapasztalatokat felhasználva a kétlépcsős rendszert háromlépcsőssé fejlesztették. Ennek lényege az volt, hogy a röntgenvizsgálat felülvizsgáló szerepét átvette a hegesztési varrathibák kimutatására alkalmasabb ultrahangvizsgálat. A vizsgálat első lépcsője ekkor is a sorba beépített gépi ultrahangvizsgálat volt, a második lépcső pedig a korábban is alkalmazott röntgenvizsgálat, 7. ábra. Itt azonban bevezetésre került a „kérdéses” osztály, ami az ultrahangvizsgálattal hibásnak minősített, de a röntgenvizsgálaton megfelelt termékeket jelentette, és ezeket kézi ultrahangvizsgálatnak vetették alá (harmadik lépcső).



7. ábra. Spirálcső hegesztési varratának folyamatos ultrahangvizsgáló berendezése a Dunai Vasműben.

A fejlesztés csúcspontját a Dunai Vasműben a számítógépes ultrahangos minőség szabályozó rendszer képviselte, amelyre nyugodtan mondhatjuk, hogy a maga korában (70-es évek) a *state-of-the-art* színvonalat jelentette [31] (7. ábra). Ez három alrendszerből épült fel. A folyamatműszer alrendszer folyamatosan mérte a technológiai és minőségi paramétereket, amelynek legfontosabb részét az ultrahangos varrat- és palástvizsgáló berendezés képezte. A mérésadat-előkészítő alrendszer feladata az volt, hogy előkészítse (válogassa, csoportosítsa) a folyamatműszer alrendszer adatait a feldolgozásra. A harmadik, azaz a mérésadat-feldolgozó alrendszer értékelte a megfelelően előkészített adatokat és továbbította azokat a vezérlőpult kijelzőjére az operátornak.

A paksi atomerőmű blokkjainak a létesítése, majd még inkább az üzemeltetése különlegesen szigorú követelményeket támasztott a vizsgálatok megbízhatóságával szemben, ami érthető az atomerőmű potenciális veszélyessége tükrében. Az atomerőműben végrehajtott roncsolásmentes vizsgálatok sajátossága, hogy a vizsgálandó berendezés környezetében jelenlévő radioaktív sugárzás időben és térben korlátozza a vizsgálatok elvégezhetőségét. A vázolt körülmények előtérbe helyezték a legkorszerűbb vizsgálati technika, illetve a távirányítású manipulátorok alkalmazását. A szovjet szállítási blokkok tartozékaként üzembe helyezett reaktortartály vizsgálati rendszer robusztus volt ugyan, de sem érzékenységekben, sem megbízhatóságban nem felelt meg a kor követelményeinek. Ezért ezt, hazai mérnöki munkát is felhasználva, igen hamar korszerűsítették, 8. ábra [32]. Az atomerőmű egyik kulcsfontosságú berendezése, a gőzfejlesztő hőátadó csöveinek a vizsgálatára a szállító nem adott megoldást, és egy korai meghibásodás



8. ábra. A paksi atomerőmű reaktortartályai gépesített ultrahangvizsgáló berendezésének manipulátora.

megerősítette azt az igényt, hogy egy multifrekvenciás, örvényáramos, manipulátoros kiszolgálású berendezést kell beszerezni és üzembe állítani [33]. Nagy lendületet adott az akusztikus emissziós vizsgálat- és mérés technika hazai fejlődésének az, hogy Magyarország atomerőmű üzemeltető országgá vált. A vizsgálatot Pakson a reaktortartály időszakos nyomáspróbája során kezdték alkalmazni 1988-ban, és alkalmazzák a mai napig [34]. Az elméleti és kísérleti megalapozó munkát az MTA Központi Fizikai Kutató Intézet (KFKI) és a VASKUT fizikusai és mérnökei folytatták. Az akusztikus emisszióhoz kötődik a hazai roncsolásmentes vizsgáló berendezések gyártásának egyik sikertörténete. A Pakson (és később több helyen, külföldön is) alkalmazott műszereket a KFKI, majd később a KFKI bázisán önállóan működő kis hazai műszergyártó cégek végezték. A 9. ábra a 80-as évek (4 csatornás Defectophone) és a napjainkban használatos (32 csatornás Sensophone) akusztikus emissziós készüléket mutatja.

Ebben az időszakban teljesedett ki a roncsolásmentes vizsgáló személyzet minősítése és tanúsítása. Maga a képzés már igen korán elindult, párhuzamosan a röntgen- és az izotópvizsgálatok terjedésével, a Budapesti Műszaki Egyetemen és néhány nagyvállalatnál. Az 50-es évektől a GTE vette át a képzés szervezését. 1959-től köti kormányrendelet a radiológiai vizsgálatok végzését képesítéshez [35]. Fontos lépés volt, amikor 1970-ben Magyarország csatlakozott a roncsolásmentes vizsgálatok világszervezetéhez (*International Committee for Non-Destructive Testing, ICNDT*), és lehetősége volt részt vennie a háromfokozatú képzési és tanúsítási rendszer kidolgozásában, amit 1985-ben törvénymódosítással tettek kötelezővé Magyarországon. A 80-as években először az osztrák roncsolásmentes társasággal (ÖGZFP), később a némettel (DGZFP) kötött megállapodást a GTE a tanúsítványok kölcsönös elfogadásáról. A mai napig alkalmazott EN 473 szabvány alkalmazását 1994-ben vezették be.

Köszönhetően Gillemot László nemzetközi tekintélyének, a 60-as évek közepétől Budapest egy igen jelentős és színvonalas nemzetközi anyagvizsgáló konferencia sorozat rendezvényeinek volt a helyszíne. A nemzetközi anyagvizsgáló konferenciák lehetőséget nyújtottak a roncsolásmentes vizsgálat területén dolgozó kutatóknak és gyakorló



9. ábra. Defectophone (baloldalon) és Sensophone (jobboldalon).

mérnököknek, hogy eredményeiket nemzetközi szinten is megmériessék. A GTE Anyagvizsgáló Szakosztályának roncsolásmentes szakbizottsága a 70-es években indította el és rendezte meg két évente a roncsolásmentes anyagvizsgáló szemináriumot.

## Az átalakulás időszaka

A 80-as évek második felében visszaesett hazánk gazdasága, majd a 80-as és 90-es évek fordulójának politikai és gazdasági változásai, ahogy másban, úgy a hazai roncsolásmentes vizsgálati tevékenység struktúrájában és teljesítőképességében is mély nyomot hagytak. Az időszakra jellemző privatizációs folyamat szétzilálta a roncsolásmentes vizsgálat korábban működő infrastruktúrájának nagy részét. Alapintézmények szűntek meg (pl. VASKUT) és velük együtt eltűnt a roncsolásmentes vizsgálattal kapcsolatos kutatás a hazai palettáról. Az anyagvizsgáló laboratóriumok többsége arra kényszerült, hogy a piacról éljen meg, amihez nem rendelkezett a megfelelő tőke- és eszközállománnyal, így nem volt versenyképes az új piaci szereplőkkel. Több kis (gyakran egyszemélyes) laboratórium alakult, amelyek erőfeszítése kimerült a napi üzletszerzésben és munkavégzésben, így esetükben továbbképzésről, fejlesztésről szó sem lehetett. Ugyan ezt az időszakot némi jóindulattal átalakulásnak neveztem, de nem hallgatható el az a tény, hogy az átalakulás eddigi eredménye nem feltétlenül pozitív. A roncsolásmentes vizsgálat nem szakítható ki az ország gazdasági teljesítőképességének egészéből, annak fejlődése szorosan összefügg azokkal a folyamatokkal, amelyek a műszaki, a gazdasági és a tudományos élet területén zajlanak.

Leépült az egyesületi élet. Ezt felismerve, a hazai roncsolásmentes vizsgálók egy csoportja 1997-ben megalapította a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetséget (MAROVISZ-t). Mára a MAROVISZ az egyedüli képviselője a hazai roncsolásmentes vizsgálatnak, és a Szövetség – tagjai bizalmára építve – képviseli a vizsgálatokat (egyéneket és cégeket) itthon és külföldön. Teljes jogú tagja az ICNDT-nek és az európai szövetségnek (*European Federation for Nondestructive Testing, EFNDT*); két évente megrendezi a roncsolásmentes anyagvizsgálói konferenciát a hazai eszközforgalmazók és -gyártók kiállításával egybekötve; 2006 óta kiadja az Anyagvizsgálók Lapját; körvizsgálatokat szervez, és jelentős energiát fordít a személyzetképzés megújítására.

## Zárszó

Kísérletet tettem arra, hogy egy előadás (illetve cikk) keretein belül áttekintsem a hazai roncsolásmentes vizsgálat történetét, aminek apropóját a Gillemot centenáriumi év adta. Ebben a munkában segítségemre voltak azok a nagy elődök, akik hasonlóképpen – ötven vagy akár csak tizenöt évvel ezelőtt – elvégezték ezt a munkát és leírták gondolataikat, köszönet érte nekik. Az áttekintésben nem volt lehetőségem kitérni a hazai roncsolásmentes vizsgálat minden szegmensére, tekintettel időbeli és területi korlátokra. Egyet kell értenem *Lehofer Kornél* szavaival, aki azt írta [9], hogy „...a részletgazdag kép összeállítása még hátravan. Ehhez még sok adatgyűjtő és elemző munkát kellene közösen elvégeznünk!” Bizom abban, hogy ez be fog következni.

Ha értékeljük a roncsolásmentes vizsgálat hazai történetének egészét, akkor meggyőződéssel kijelenthetjük, hogy nem kell szégyenkeznünk. Az ország teljesítőképességével összhangban (néhol még azt meg is haladva) folyt a megismerés és a tudás átültetése a gyakorlatba, mert minden időszaknak megvoltak a maga tudásai, mérnökei és gyakorlati szakemberei, akiknek ez köszönhető. Remélhetőleg ez a jövőben is így lesz.

## Hivatkozások

- [1] *Sperry, E.A.*: Nondestructive detection of flaws, *Iron Age*, 122 (1928) pp. 1214-1217.  
 [2] *Rosteck, W.*: Anwendbarkeit zerstörungsfreier Prüfverfahren im Brüc-

- kenbau unter besonderer Berücksichtigung der Röntgendurchstrahlung, *Glaser Annalen*, 113 (1933) 1354, pp. 74-78 és 1355, pp. 89-92.  
 [3] *Mende J.*: Fémek vizsgálata Röntgen-sugarakkal, *Természettudományi Közöny, LII* (1920) 739-742, pp. 166-167.  
 [4] *Gillemot L.*: A hegesztés röntgenvizsgálata, *Anyagvizsgálók Közönye, XIX* (1941) 3 (május-június), pp. 85-164.  
 [5] [http://www.att.bme.hu/~femtech/index\\_elemei/Gillemot.htm](http://www.att.bme.hu/~femtech/index_elemei/Gillemot.htm)  
 [6] *Palágyi G.*: Adatok a nemzetközi és hazai anyagvizsgálat kialakulásának történetéhez 1927-ig, *GÉP, XXVI* (1974) 9, pp. 359-363.  
 [7] *Réti P.*: Fél évszázad a hazai roncsolásmentes anyagvizsgálat történetéből, *GÉP, XLIV* (1992) 6, pp. 23-27.  
 [8] *Réti, P., Konkoly, T., Karsai, I.*: NDT in Hungary, *INSIGHT*, 38 (1996) 3, pp. 177-182.  
 [9] *Lehofer K.*: A honi anyagvizsgálat rövid története, *Anyagvizsgálók Lapja*, (1997) 3, pp. 61-71.  
 [10] *Trampus, P.*: Evolution of the Nondestructive Testing in Hungary, *Int. Congress History of Science and Technology, Budapest, Hungary* (2009)  
 [11] *Réti P.*: Az ultrahang anyagvizsgálat jelenlegi helyzete és néhány időszerű kérdése, *Gép, 9* (1957) 4, pp. 131-136.  
 [12] *Réti P.*: Rádióizotópok nehézipari alkalmazása, *Gép, 9* (1957) 7-8, pp. 249-254.  
 [13] *Réti P.*: A roncsolásmentes anyagvizsgálat új módszere a neutronradiográfia, *GÉP, XXII* (1970) 12, pp. 458-459.  
 [14] *Jeszenszky S.*: A röntgentechnika kezdetei Magyarországon, *Magyar Tudomány*, (1995) 9, pp. 1024-1037.  
 [15] *Anyagvizsgálat és minőségellenőrzés a Csepel Művekben* (ed. Stork J.), Csepel Művek, Budapest  
 [16] *A minőségellenőrzés és az anyagvizsgálat története a Dunai Vasműben* (ed. Klein A. M.), Dunatáj Kiadó, Dunaujváros, 2000.  
 [17] *10 éves a Paksi Atomerőmű* (ed. Vinnay I.), Publicitas-Pécs, Pécs, 1992.  
 [18] *Köteles Gy.*: A röntgen-sugarak korai megjelenése hazánkban, *Fizikai Szemle*, 42 (1992) 4, pp. 140-143.  
 [19] *Högyes E.*: Csontváz photographálás testen keresztül Röntgen szerint, *Orvosi Hetilap*, (1896) január 40/3, pp. 33-35.  
 [20] *Vaspánczél vizsgálata Röntgen-sugarakkal*, *Természettudományi Közöny, XLVIII* (1916) 647-648, p. 270.  
 [21] *Welwart B.*: A vasbeton belsejének vizsgálata Röntgen-sugarakkal, *Természettudományi Közöny, XLIX* (1917) 685-686, p. 771.  
 [22] *Mende J.*: Fémek vizsgálata Röntgen-sugarakkal, *Természettudományi Közöny, LII* (1920) 739-742, pp. 166-167.  
 [23] *Túry P.*: A Röntgen-(X)-sugarak újabb alkalmazási köre az anyagvizsgálatban, *A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közönye*, 58 (1924) 7-8, pp. 27-28.  
 [24] *Mende J.*: Anyagvizsgálat Röntgen-sugarakkal, *Természettudományi Közöny, 59* (1927) 848, p. 577.  
 [25] *Császár E.*: A Röntgen-sugárzás technikai alkalmazása, *Természettudományi Közöny, 63* (1931) 935-936, pp. 401-417.  
 [26] *Császár E.*: A Röntgen-sugárzás technikai alkalmazása (Befejező közlemény), *Természettudományi Közöny, 63* (1931) 937-938, pp. 463-469.  
 [27] *Vargha Gy.*: Anyagvizsgálat Röntgen-sugarakkal, Pótfüzetek a Természettudományi Közönyhöz, 66 (1934) 194-195, pp. 75-82.  
 [28] *Becker I.*: Ifjan – Éretten – Öregén, 85 kérdés-válasz nyolc és fél évtizedről (beszélgetőtárs Tóth László), *MAROVISZ*, Budapest, 2010.  
 [29] *Kecskés S., Virág I.*: Az ultrahangos sínvizsgálat gépesítése a MÁV-nál, *GÉP, XXVI* (1974) 9, pp. 354-359.  
 [30] *Virág I.*: Ultrahangos vizsgálatok a vasútüzemben, *GÉP, XXVII* (1975) 10, pp. 378-385.  
 [31] *Tar J.*: Számítógépes ultrahangos minőségabszabályozó rendszer a spirálcsőgyártásnál, *Gépgyártástechnológia, XXVI* (1986) 5, pp. 212-223.  
 [32] *Trampus P.*: Reaktortartály ultrahangvizsgálatának továbbfejlesztése, VIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgálói Szeminárium Kiadványa, *GTE* (1992) pp. 73-79.  
 [33] *Trampus P.*: Gőzfejlesztő hőátadó csövek örvényáramos vizsgálata, *GÉP, XLI* (1989) 9, pp. 335-336.  
 [34] *Pellionisz, P., Szűcs, P., Trampus, P.*: Acoustic emission test of WWER-440 pressure vessel, *Proc. 12<sup>th</sup> WCNDT*, Elsevier, Amsterdam, (1989) pp. 1134-1136.  
 [35] *Konkoly T., Réti P., Dobrova L.*: A roncsolásmentes anyagvizsgálók képzése és minősítése Magyarországon, *GÉP, XXVII* (1975) 10, pp. 400-402.