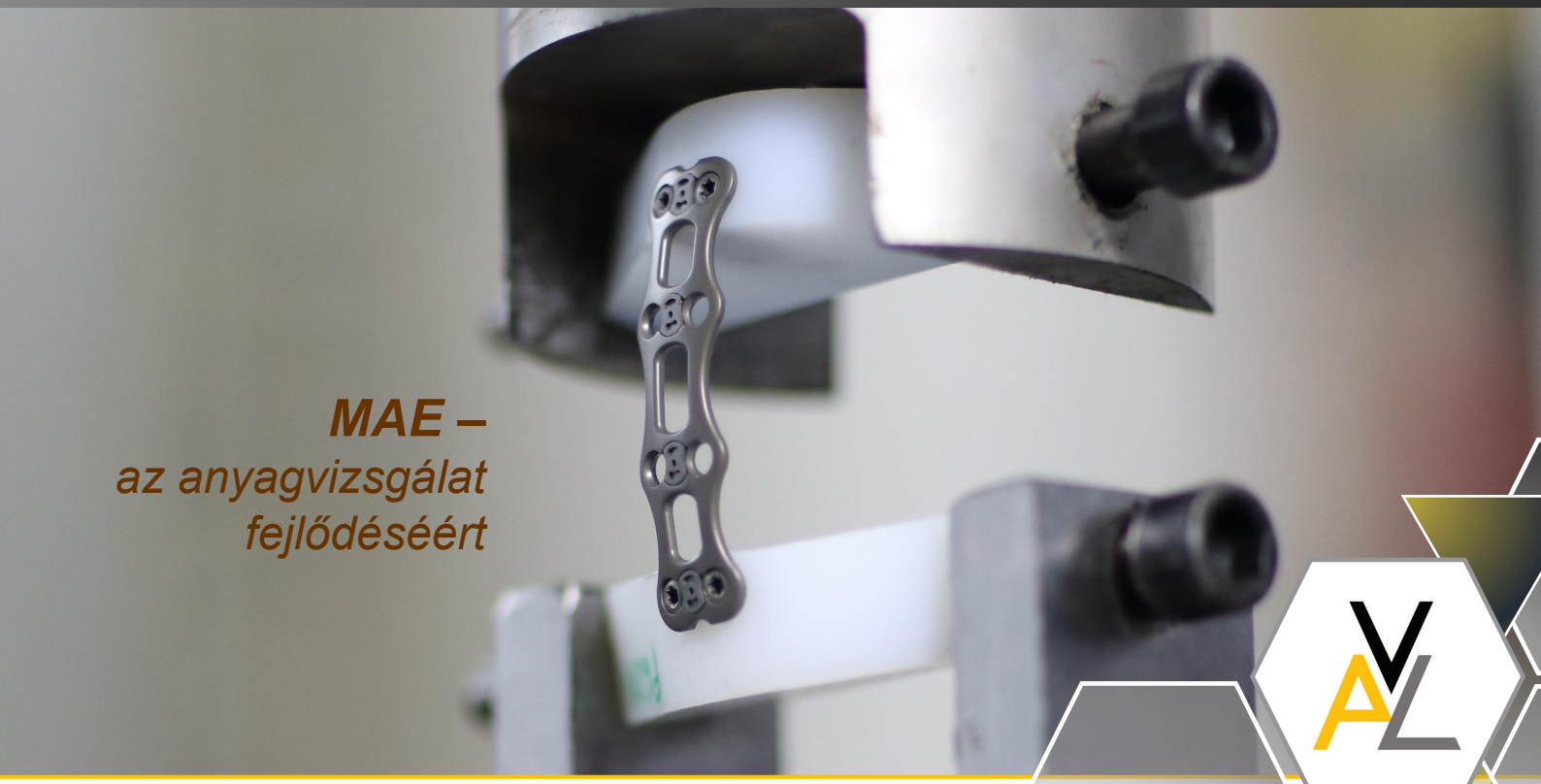
A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség kiadványa

Anyagvizsgálók Lapja

Az Ország vezető szaklapja



MAE –
az anyagvizsgálat fejlődéséért

A lap kiemelt támogatója: MAE Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete

Interjú Pór Gáborral

MOL Károsodási archívum
3. rész

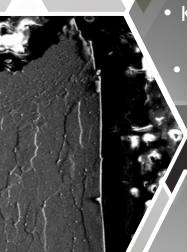
Bay Zoltánról és Verő Józsefről emlékezünk

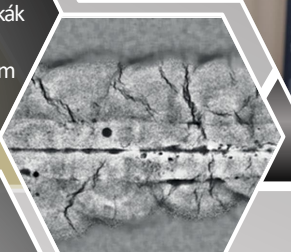
TELLER szerint a világ
A TUDÓS ÉS IDŐTÁLLÓ MONDÁSAI
Könyvismertetés

Technikatörténeti rovatunk:
„Watt és matt”

Új tisztségviselők
a MAROVISZ és az ESIS Magyar Nemzeti Bizottság élén

Szakmai cikkeink:
- Személytanúsítás
- Kimunkálási technikák hatása
- Szabványosított film digitalizálás





2025/III. lapszám

Laborvezetők fóruma - Jártassági vizsgálatok 2025-ben

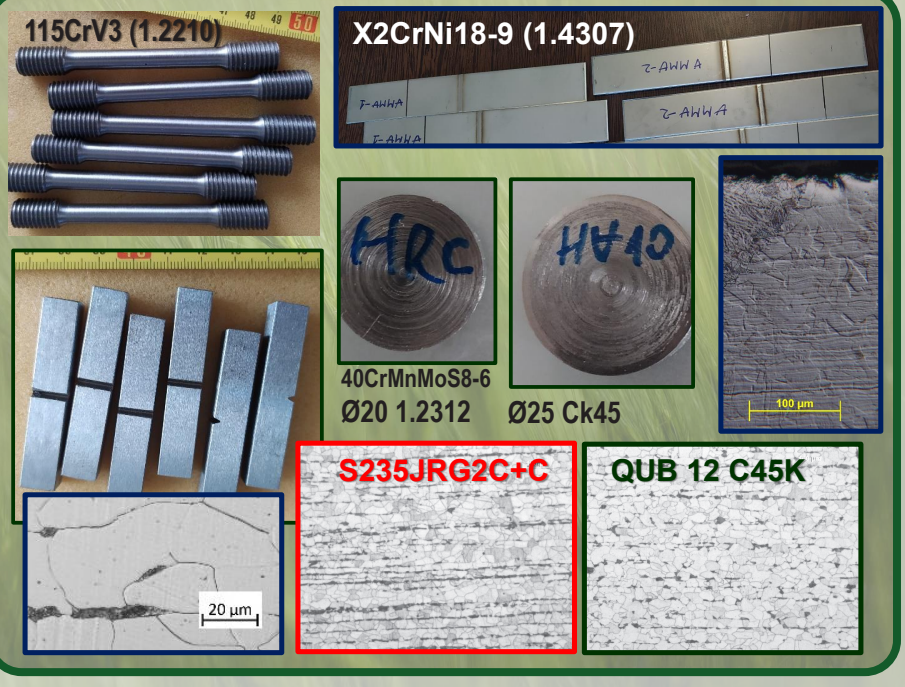
A MAE elnöke, Dr. Biró Gyöngyvér köszöntötte a résztvevőket, majd Dr. Mátrai Norbert (QualcoDuna) értékelte az eredményeket.

MAGYAR ANYAGVIZSGÁLÓK EGYESÜLETE
www.mae2012.hu ■ titkarsag@mae2012.hu ■
1897 / 2012

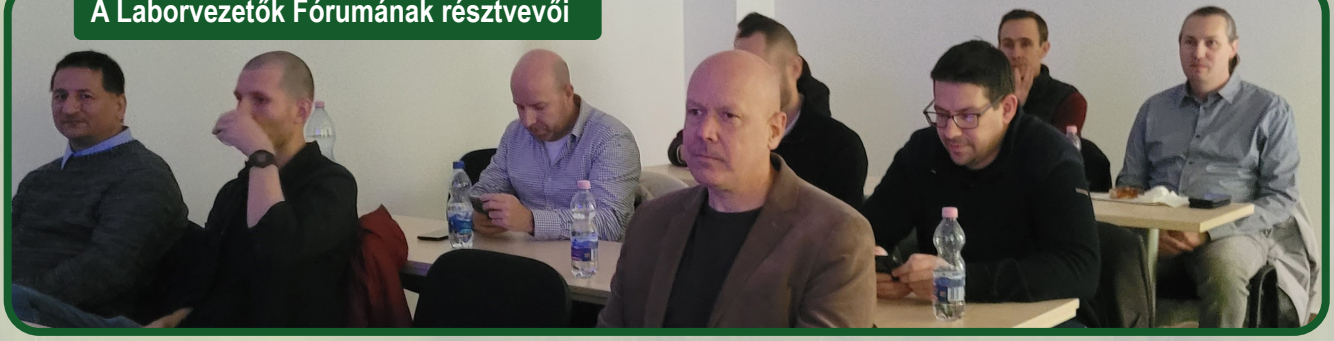
Laborvezetők fóruma 2025. november 11.

Jártassági vizsgálatok 2025-ben

ASG Gépgyártó Kft. Vizsgálólaboratórium	Dunaújvárosi Egyetem, Paks Kompetencia- és Kutatóközpont Roncsolásos és Roncsolásmentes Vizsgálólaboratórium
AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt.	KVV Tartály és Csővezetéképítő Zrt. Anyagvizsgáló Laboratórium
ÁÉF Anyagvizsgáló Laboratórium Kft.	MOL Petrolkémia Zrt. Műszaki Felügyelet Műszaki Vizsgáló Laboratórium
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.	Röntgen Kanizsa Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
Borsodchem Zrt. Műszaki Diagnosztikai Osztály Anyagvizsgáló Laboratórium	Széchenyi István Egyetem, Anyagvizsgáló Laboratórium
Csőszerlabor Kft.	ThyssenKrupp Materials Hungary Zrt. Anyagvizsgáló Laboratórium
Farkas Anyagvizsgálat Bt.	



A Laborvezetők Fórumának résztvevői



Előszó

Mélyen tisztelt Olvasóim!

Mint láthatják, a lapszám most is egy kis késéssel érkezett, ugyanakkor bízunk benne, hogy a tartalom kárpótolja Önöket. A következő oldalon található Tartalomjegyzék is mutatja, hogy ezúttal is sok érdekes és értékes információt válogattunk össze. Bár a kifejezetten új szakmai közlemények száma most korlátozottabb, igyekeztünk olyan témákat bemutatni, amelyek így is hasznosak és gondolatébresztők lehetnek.

Természetesen tudjuk, hogy olvasóink elsősorban hiteles szakmai tartalmat keresnek. Noha egyes témák – például a próbatestek kimunkálási technológiája és annak hatása a vizsgálati eredményekre – önmagukban is helytállnak, a szerkesztőbizottság számára továbbra is kihívást jelent, hogy a szakemberek viszonylag ritkán küldenek be publikációkat.

Felmerül a kérdés: miért is van ez így? A válaszok sokrétűek lehetnek, és mindenki saját tapasztalatai alapján vonja le következtetéseit: az ipar átalakulása, a kutatás-fejlesztési források változása, a publikálási szokások áthelyeződése, vagy éppen a nemzetközi fórumok előtérbe kerülése. Valószínűleg mindegyik tényező szerepet játszik. Sok évtizedes oktatói és ipari tapasztalattal azonban meggyőződésem, hogy – bármelyik okot is emeljük ki – a legfontosabb a közös törekvés a fejlődésre és a minőségi szakmai tartalom megőrzésére. Mi, a szerkesztőség részéről továbbra is azon dolgozunk, hogy lapunkat változatosabbá, tartalmasabbá tegyük, és olyan fórumot biztosítsunk, ahol a hazai szakemberek munkái méltó helyre kerülhetnek. Célunk nem a lemondás, nem a kiadás megszüntetése, hanem éppen ellenkezőleg: a szakmai közösség támogatása, ösztönzése és a közös értékteremtés. Bízunk benne, hogy olvasóinkkal együtt sikerül tovább gazdagítani lapunkat, és egyre több új tartalommal, friss gondolattal szolgálhatunk.

Jelen lapszámban így olvashatnak beszámolókat a Teller Ede, immáron „szállóigévé” lényegült mondataival kapcsolatban a Hargittai-család férfi tagjainak tollából egy könyvismertetés kapcsán, de a magyar „űripar 0-kilométerét” kijelölő Bay Zoltán vezette csapat első „Hold-radar” kísérletéről, a „csapakapitány” születésének 125. évfordulója alkalmából a szülőhelyén tartott megemlékezés előadásairól, a metallográfia hazai történelmét meghatározó módon formáló Verő József munkásságáról, halálának 45. évfordulója kapcsán a Magyar Tudományos Akadémián szervezett megemlékezésről. Trampus Péter – volt elnökünk – tragikus halála kapcsán számos területet (MAROVISZ, ESIS) kényszerűen át kellett szervezni, beleértve az általa vezetett területek koordinálását. Kik és hogyan vették át ezeket – erről is tájékozódhatnak e lapszámból. A „Portré” rovatban Pór Gábor professzor úr életébe tekinthetnek be Olvasóink egy picit mélyebben, de Laczik Bálint érdekes tudomány-technikatörténeti rovata most „Watt és matt” címmel folytatódik. Fodor Olivér keresztrejtvényének megoldásához pedig minden – várhatóan a megoldásokat is beküldő – olvasónknak kellemes „agytornát” kívánunk. Mi minden maradt ki? Talán Somogyi Sándor újabb cikke, aki életének nagy részét ASME szakértőként élte le, most újabb adalékokkal szolgál az „eljárásvizsgálatok és személyzettanúsítás” témakörből.

Merem remélni, hogy aki kézbe veszi e lapszámot – a korábbiakhoz hasonlóan – nehezen fogja letenni.

Tóth László
felelős szerkesztő

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (MAROVISZ) kiadványa,

az ország vezető szaklapja.
Alapítva: 1991-ben.

Országos, iparágakat átfogó, szakmai folyóirat a minőségért és biztonságunkért.

Kiadó:
Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség
cím: 1191 Budapest, Üllői út 206., B. ép. II. lh.
tel.: +36 1 / 278 0632;
fax: +36 1 / 278 0633;
e-mail: *marovisz@marovisz.hu*
felelős kiadó: *a MAROVISZ elnöke*

Szerkesztőség:
felelős szerkesztő: Dr. Tóth László
tel.: +36 30 932 2690
e-mail.: *info@anyagvizsgaloklapja.hu*
avilap.szerk@gmail.com

Szerkesztőbizottsági tagok:
Dr. Tóth László (felelős szerkesztő)
Dr. Dudra Judit (főszerkesztő)
Erdei Réka (digitális szerkesztő)

Hazai szerkesztőbizottsági tagok:
Dr. Divós Ferenc
Fodor Olivér
Kecskés Péter
Dr. Koncsik Zsuzsanna
Dr. Laczik Bálint
Lutor Attila
Dr. Mankovits Tamás
Dr. Németh Tibor
Skopál István
Dr. Somogyi Sándor
Dr. Spisák Bernadett
Szűcs Pál

Nemzetközi szerkesztőbizottsági tagok:
Dr. Bitay Enikő (Románia)
Dr. Djorde Dobi (Szerbia)
Dr. Dusza János (Szlovákia)
Dr. Kristián Máthis (Cseh Köztársaság)
Dr. Major Zoltán (Ausztria)

Az Anyagvizsgálók Lapja honlapja:
www.anyagvizsgaloklapja.hu

ISSN: 1215-8410

JEGYZET – NOTE

TÓTH László **3**
Jegyzet
Note

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS (MINŐSÉG, MEGBÍZHATÓSÁG)

SOMOGYI Sándor **5**
Eljárásvizsgálatok és személyzet tanúsítás – 2. rész
Qualification of procedures and personnel – Part 2

NEKROLÓG - OBITUARY

MAE elnökségi tagjai **9**
Kisfaludy Antal (1935-2025)

ANYAG, ANYAGSZERKEZET – MATERIAL, MATERIAL STRUCTURE

KONDÁS Béla, KOVÁCS Árpád, MERTINGER Valéria **10**
Próbatest kimunkálási technológiák hatása hidegképlékeny lemezek szakítóvizsgálati eredményeire
The effect of test specimen preparation techniques on the tensile test results of cold-formed sheets

RONCSOLÁSMENTES ANYAGVIZSGÁLATOK – NON-DESTRUCTIVE TESTING

Uwe HEIKE, Klaus BAVENDIEK **16**
A szabványosított film-digitalizálás beemeli a röntgenfilmet az ipar 4.0 elveit alkalmazó roncsolásmentes vizsgálat (NDT) korszakába – Application Award 2025 díjazottja
Standard-compliant film digitization brings X-ray film to NDT 4.0 – Application Award 2025

HÍREK (NEWS)

TÓTH László **22**
Az European Structural Integriry Society (ESIS) Magyar Nemzeti Bizottságának új elnöke: Dr. Mankovits Tamás
New President of the Hungarian National Committee of the European Structural Integrity Society (ESIS): Dr. Tamás Mankovits

TÓTH László **24**
A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (MAROVISZ) új elnöke: Dr. Szávai Szabolcs gépészmérnök
New president of the Hungarian Non-Destructive Testing Association (MAROVISZ): Dr. Szabolcs Szávai, mechanical engineer

TÓTH László **28**
Bay Zoltán 125 Konferencia Gyulavári
Bay Zoltán 125 Conference in Gyulavári

TÓTH László **29**
Könyvismertetés: Hargittai Balázs, Hargittai István: TELLER szerint a világ (A tudós és időtálló mondásai)
Book Review: Balázs Hargittai, István Hargittai: The world according to Edward Teller (The scientist and his timeless sayings)

TÓTH László **31**
Megemlékezés Verő József akadémikusról
Commemoration of academician József Verő

PORTRÉ – PORTRAIT

TÓTH László **34**
Beszélgetés Pór Gáborral
Interview with Gábor Poór

ÉRDEKESSÉGEK – POINT OF INTEREST

LACZIK Bálint **37**
Watt és matt
Watt and Check'mate

KOCSIS-GALUSKA Anna, JOÓ Gyula **41**
MOL Petrolkémia Zrt. Meghibásodási Archívuma – 3. rész
MOL Petrochemicals Ltd. Failure Archive – Part 3

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG **43**
Közelgő nemzetközi konferenciák
Upcoming international conferences

Keresztrejtvény - Crossword **46**

Eljárásvizsgálatok és személyzet tanúsítás – 2. rész

Qualification of procedures and personnel – Part 2

A „tevékenység orientált” 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.

2. rész: A hegesztők minősítése

Az eljárásvizsgálattal igazolt hegesztéstechnológiai utasítások maradéktalan betartásával készült hegesztett kötéseket tartalmazó berendezés várhatóan a teljes élettartama alatt biztonságosan és megbízhatóan fog üzemelni. Az előírt hegesztési utasítások következetes végrehajtása, a hegesztési paraméterek (változók) megengedett határértékeken belüli tudatos alkalmazása egyértelműen bizalmi kérdés, döntő mértékben egy személytől, a hegesztőtől függ.

A berendezéseket gyártó-szerelő-javító szervezet (a továbbiakban: gyártó) felelőssége az alkalmazásában álló hegesztők által végzett hegesztési munka irányítása, felügyelete és ellenőrzése. A hegesztők minősítésével a gyártó bizonyítja és biztosítja, hogy az általa előírt és minősített hegesztéstechnológiai utasítást (WPS) alkalmazó hegesztő személyzet alkalmas az előírt követelményeknek megfelelő hegesztett kötés létrehozására.

A hazai hegesztőminősítés rövid története

Hazánkban a hegesztő szakmunkások minősítéséről és a hegesztő szakemberek továbbképzéséről szóló 3/1969. (VII. 29.) KGM rendelet alapján kezdődött el a hegesztők minősítése.

A Hegesztőszakmunkás Minősítő Bizottság (HMB) létrehozása és működése következtében a „minősített hegesztő” a magyar iparban fogalommá, pontosabban önálló szakmává vált, s egyúttal a hegesztő szakmunkás kategória veszített a jelentőségéből, hiszen önmagában nem jogosított veszélyes berendezések, nagyobb igénybevételű szerkezetek hegesztésére. Hegesztő minősítést viszont más „vasipari” szakképzettséggel is lehetett szerezni.

A rendelet szerint a magasabb technológiai követelményeket igénylő – I-III. osztályú – hegesztett szerkezeteket hegesztő „szakmunkásokat” gyakorlati és elméleti tudásuktól függően három minősítési fokozatba kellett sorolni. A szerkezeti osztályokat a rendelet melléklete tartalmazta. A rendelet szövegezése elárulja, hogy az illetékes minisztérium oktatási osztályának elképzelései szerint készült. Sajnálatos módon a hegesztők minősítését, annak eredeti célját figyelmen kívül hagyva (vagy azt nem ismerve) elsősorban szakmai továbbképzésnek tekintették. A rendeletben külön paragrafus vonatkozott a „hegesztő szakmunkás-továbbképző tanfolyamokra”. Ezek szervezése, lebonyolítása, tárgyi és személyi feltételeinek ügyrend szerinti biztosítása a HMB titkárságot adó Gépipari Technológiai Intézet feladata lett.

Kiemelt jelentőséget tulajdonítottak az elméleti képzésnek és vizsgáztatásnak, ami – véleményem szerint – elhibázott elgondolás volt. Elhitették a hegesztőkkel, hogy képesek a helyes hegesztési paraméterek megválasztására, tehát a hegesztők nem tanulták meg, nem ismerték a technológiai fegyelem fogalmát. A gyártó hegesztési felelőseinek ilyen előzmények után komoly gondot okozott az előírt, eljárásvizsgálattal igazolt, minősített hegesztéstechnológiai utasítások betartatása.

A hazai oktatási és szakképzési gyakorlatot követő, a gyártóktól független oktatóbázisokon folyó képzés és az azt követő – ha jól emlékszem háromfős – állami vizsgabizottság által folytatott vizsgáztatás jó üzletnek bizonyult a HMB titkársága számára. Ez egyértelműen a központi vizsgarendszernek és az intézmény kizárólagos jogosítványának volt köszönhető.

A Gépipari Technológiai Intézet rendszerváltás utáni megszűnését követően az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium (IKM) 1992-ben a HMB-t is megszüntette, majd létrehozta a Magyar Hegesztőminősítő Testületet (MHT). A Testület a minősítéssel kapcsolatos operatív tevékenység végzésére – több jelölt közül (GTE, ITC, DUNAGÁZ) – a nonprofit érdekeltségű Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülést (MHtE) bízta meg[1]. Az MHT kijelölt operatív szervezeteként biztosítva lett az MHtE működésének pénzügyi háttere, ezáltal viszont az egyesülés érdekeltté vált a kizárólagos oktatási jogosultság hosszútávú fenntartásában. A testület IKM által kinevezett tagjai a hegesztésben és oktatásban érdekelt szakminisztériumok, felügyeleti és érdekképviseleti szervezetek, valamint nagyobb – hegesztési tevékenységet végző – vállalkozások képviselői voltak. A képviseleteknek biztosítaniuk kellett (volna?) a szakmai érdekek érvényre jutását úgy, hogy egyetlen ágazati, területi, vállalati, intézményi vagy magánérdek se váljon uralkodóvá.

A központosítás és a kizárólagos jogosítvány tehát megmaradt, mindössze az operatív szervezet változott. Ez a központosítás csak hazánk Európai Uniós csatlakozása, 2004. május 1. után, illetve a 97/23 PED[2] hazai jogrendbe történő beillesztésével szűnt meg.

Az MHtE operatív szervezetként történő kijelöléséről szóló, az Ipari és Kereskedelmi Miniszter és az MHT elnöke által jegyzett IKM közlemény egyúttal megbízta az MHtE-t a hegesztő képző, képesítő és minősítő helyek alkalmasságának tanúsításával. Ez a tanúsítási rendszer, bizonyos módosításokkal ma is működik. Az MHtE által tanúsított „fémeket hegesztők oktató- és felkészítőhelyei” c. aktuális lista megtalálható a Hegesztéstechnika folyóiratban. A listán – néhány kivétellel – a gyártóktól független

[1] Szabó B. Az MHtE mint a Magyar Hegesztőminősítő Testület (MHT) Operatív szervezete, Hegesztéstechnika, XI. évf., 2000/Különszám
[2] Az Európai Parlament és a Tanács 97/23/EK irányelve (1997. május 29.) a nyomástartó berendezésekre vonatkozótagállami jogszabályok közelítéséről

oktató és szakképzési intézmények, szakközépiskolák és egyéb szervezetek szerepelnek, ami megerősíti, hogy hazánkban a hegesztők minősítése továbbra is **szakképzésnek** és nem minősítésnek számít.

Gondolatok a szabványháttérről és a szabványosításról

A hazai minősítést először az MSZ 7918:1969 (Acélhegesztők minősítése) szabvánnyal összhangban végezték, ezt érvénytelenítette az MSZ 7997:1985 Acélhegesztők minősítése. Ez a szabvány a DIN 8560 Prüfung von Stahlschweißern magyar változata és az 5.2.2 pontja szerint *„a vizsgadarabokat az előírt helyzetben, normális üzemi feltételek mellett kell meghegeszteni”.* A hegesztőüzemektől független oktatóbázisokra szervezett tanfolyami jellegű képzés és vizsgáztatás nem felelhetett meg ennek a követelménynek, de ennek teljesítése nem állt sem az oktatóhelyek, sem a HMB (később MHT) operatív szervezete érdekében. Az MSZ 7997 még nem tesz említést hegesztési utasításról, a *„normális üzemi feltételek”* elvileg azt magukban foglalják.

A szakma várakozással tekintett az MSZ EN 287-1:1992 (Hegesztők minősítése ömlesztőhegesztésre. Acélok) bevezetése elé. A szabványban megfogalmazott követelmény, miszerint a **minősítést az üzemszerű gyártásban alkalmazott hegesztési technológiával** kell végrehajtani, egyértelművé tette a hegesztőminősítés munkapróba jellegét a szakképzéssel szemben. Ez a megközelítés csak a hazai gyakorlat számára jelenthetett újdonságot, hiszen más országok szabályzatai a minősítést eddig sem elsősorban szakmai képesítésként kezelték, a hegesztőket egy adott hegesztési feladathoz vizsgáztatták. Hogy milyen hegesztési technológia szerint kellett a hegesztőnek meghegesztenie a vizsgadarabot és mennyire következetesen kellett azt a hegesztőnek betartania, itthon az érintett ’oktató- és felkészítőhely’ oktatóitól és/vagy a vizsgabiztostól függött.

Az MHT kizárólagos jogosítványa azt sem tette lehetővé, hogy a hatósági felügyelet alá tartozó berendezések gyártóinak minősítését végző szakértő – ellentétben más ipari országok gyakorlatával – a saját szakterületén, a gyártásban alkalmazott hegesztési technológia minősítése és jóváhagyása mellett a hegesztők minősítését és tanúsítását is elvégezze[3]. Részleges, átmeneti megoldást jelentett az MHtE által 1993. december 2-án kiadott, a hegesztési tevékenységet végző vállalkozások vezetőinek címzett körlevél, mely szerint *„az Energiafelügyelet IKM Közlöny 1993. évi 3. számában megjelent közleményében a MHT által végrehajtott minősítések lefolytatásához a vonatkozó és általa jóváhagyott hegesztéstechnológiai utasítást írta elő. Az OAH Nukleáris Biztonságtechnikai Felügyelete az 1993. március 30-i NB-3469 sz. határozatában szintén rendelkezett a MHT felé a szakterületét érintő technológiai utasítások és kiegészítő ismeretek alapján tett vizsgaelőírásokról”.*

A jelenleg érvényes OAH N9.4 számú útmutató[4] szerint atomerőművi berendezések gyártása vagy szerelése során kézi hegesztést az MSZ EN ISO 9606 szabványsorozat szerinti érvényes minősítéssel rendelkező hegesztő végezhet, az alábbi feltételek mellett:

- a minősítés csak olyan, a gyártó által készített hegesztési utasítás (WPS) alapján történhet, amelyet üzemszerű feltételek között lefolytatott, és független szervezet által tanúsított technológiavizsgálat alapján készítettek;
- a hegesztőnek atomerőművi alapismeretekből elméleti vizsgát kell tennie a minősítési folyamat során, illetve a minősítőbizonyítványban szerepelnie kell, hogy a hegesztő „ATOMERŐMŰVI ISMERETEK” sikeres kiegészítő elméleti vizsgát tett.

Az EN 287-1:1992 7.3 pontjában megfogalmazott „üzemszerű” feltételeket modellező minősítés úgy tűnik, nem nyerte el a minősítésre szakosodott szervezetek tetszését. A 2004. évi módosításba már csak a pWPS és WPS tartalmi és formai követelményeit tartalmazó EN 15609-1 szabványra hivatkozás került be. Meglepő módon egy – szerintem értelmezhetetlen – követelmény azért még megmaradt „a hegesztés időtartama feleljen meg a szokásos üzemi időtartamnak”, de az ISO 9606-ban már ez sem szerepel.

Ha megnézzük, milyen szervezetek vesznek részt a szabványalkotásban, megértjük ennek az okát.

W. J. Sperko, aki az ASME IX kötet bizottságának évtizedek óta meghatározó alakja, többszörös elnöke és ma is aktív tagja, részt vett/vesz az ISO-TC-44 „Hegesztés és rokon eljárások” műszaki bizottság munkájában is. W. J. Sperko 2003-ban ’Hegesztő minősítési szabványok – Filozófia és visszacsatolás’ című cikkében[5] foglalta össze gondolatait a szabványosításról:

„A CEN/ISO és az ASME szabványosítási folyamat és gyakorlat lényegesen eltér egymástól. Az ASME és AWS bizottsági ülések nyitottak, míg a CEN/ISO üléseken csak meghívottak vehetnek részt. Az ASME és AWS megköveteli valamennyi érdekelt csoport – gyártók, tulajdonosok, mérnökök, hatóságok, biztosító és ellenőrző szervezetek – valamint a közérdek arányos képviseletét. A CEN/ISO üléseken nem követelmény az érintettek érdekarányos képviselete. Ennek eredménye, hogy az ISO 9606 bizottsági üléseken főleg az egyes európai országok szabványosító, képzési és ellenőrző szervezetei vettek részt: ritkán vett részt az üléseken olyan személy, aki ténylegesen alkalmazta is a szabványt. Ezzel nem azt szeretném mondani, hogy a résztvevőknek nem volt ipari kapcsolata; valójában sokszor félbeszakadt a munka, mert konzultálniuk kellett a szakértőkkel.”

Megjegyzés: A szerző, W. J. Sperko véleménye valamilyen mértékben bizonyára szubjektív, de valahol rámutat arra, miért száműzték az ISO/EN szabványokból a „normális üzemi feltételek között, illetve az üzemszerű gyártásban alkalmazott hegesztési technológiával végrehajtott minősítést” előíró követelményeket.

[3] Somogyi S. Hegesztéstechnológiai vizsgálatok és hegesztővizsgák az AEEF gyakorlatában, Hegesztéstechnika V. évf. 1994/1

[4] OAH N9.4. sz. útmutató Új atomerőmű nyomástartó berendezéseinek hegesztése Verzió:1 2020. március

[5] Sperko W.J. Welder Qualification Standards – Philosophy and Feedback AWS Welding Journal, July 2003, pp 14-16,

A WPS mellett – a mai napig – gyakran vitatott kérdés a szakirányú előképzettség és a kötelező elméleti vizsga szükségessége. Az EN 287-1 nem kötelező D melléklete 'Szakmai ismeretek' címszó alatt ajánlást tartalmazott az elméleti vizsga követelményekre és típusára (írásos - több választási lehetőség - tesztkérdésekkel, írásos vizsgakérdések alapján szóbeli vizsgáztatás, vizsgáztatás számítógéppel vagy írásos kritériumsorozat alapján demonstrációs/megfigyeléses vizsgáztatás). Az ISO 9606-1 nem kötelező B melléklete szerint a szakmai elméleti vizsga ajánlott, de nem kötelező. A szabvány alkalmazói előírhatják, hogy a hegesztő tegyen szakmai elméleti vizsgát is.

A magyar nemzeti előszó erről így rendelkezik:

„A Magyarországon vizsgázó hegesztőknek az MSZ EN ISO 9606-1 B melléklete szerinti szakmai ismeretekből elméleti vizsgát is kell tenni. Ezt az elméleti vizsgát minden meghosszabbításkor is le kell tenni, függetlenül attól, hogy a hegesztő gyakorlati vizsgadarabot hegesztett-e, vagy roncsolásos, vagy roncsolásmentes vizsgálatokkal bizonyította a gyakorlati felkészültségét. Az elméleti vizsgát a vizsgáztató vagy tanúsító szervezet határozza meg."

Hegesztők minősítése az ASME IX szerint

Az ASME IX 1941-ben jelent meg önálló kötetként, mindössze 47 oldalon. Korábban a kazánokra és a nyomástartó edényekre vonatkozó szabályzatok (ASME I és VIII kötetek) tartalmazták a hegesztési előírásokat. Az új kötet meghatározta a hegesztési utasítások (WPS) tartalmi követelményeit, az eljárásvizsgálatok és a WPS-t alkalmazó hegesztők minősítésének szabályait. Az ASME IX kötet nem tartalmazott és ma sem tartalmaz követelményeket a berendezések hegesztési varrataira, ezek a szabályzatokban találhatók. Az ASME IX szabványosító bizottsága a legaktívabb az ASME bizottságok közül. A szabvány mára meghaladta a 350 oldalas terjedelmet, folyamatosan követi a hegesztéstechnológia fejlődését, a változásokat elsősorban az új hegesztési eljárások, műszaki megoldások indokolják. A minősítési eljárás alapelvei és annak adminisztratív követelményei lényegében nem változtak.

A gyártó felelőssége az alkalmazásában álló hegesztők által végzett hegesztési munka irányítása, felügyelete és ellenőrzése. Az ASME szabályzat hatálya alá tartozó berendezéseken dolgozó hegesztőket az ASME IX szabályai szerint kell minősítenie. A gyártó ezúton biztosítja, hogy a gyártó hegesztéstechnológiai utasítását (WPS) alkalmazó hegesztő alkalmas az előírt követelményeknek megfelelő hegesztett kötés létrehozására.

Ez a felelősség más szervezetre nem ruházható át.

A hegesztési eljárások és hegesztők minősítése tehát a gyártó felelőssége. A minősítő vizsgálatot felügyelő, ellenőrző, az eredmények kiértékelését végző és az elfogadásért felelős személyt a gyártó jelöli ki.

A felelős személynek a gyártó minőségbiztosítási programjában meghatározott, megfelelő hatáskörrel és minősítéssel kell rendelkeznie és kellőképpen ismernie kell az ASME IX eljárás- és személyzet minősítési előírásait, a gyártó minőségbiztosítási programját, továbbá a feladatkörébe utalt tevékenység kereteit, annak összetettségét és speciális követelményeit. A gyártónak meg kell őriznie a kijelölés alapját képező minősítést, képzést vagy gyakorlatot igazoló dokumentumokat.

A hegesztők minősítéséhez szükséges próbadarab típusát, anyagát és méreteit az adott hegesztési feladathoz kiválasztott WPS „lényeges változóinak" megfelelően kell kiválasztani. Korábban már említettem, hogy a hazai gyakorlattól eltérően más ipari és szabályozási hátterű országokban a minősítést nem szakmai képesítésként kezelik, a hegesztőket egy adott hegesztési feladathoz vizsgáztatják és minősítik, tehát ez inkább munkapróbának tekinthető.

A hegesztő 'képességét minősítő' vizsgáról a gyártó minőségbiztosítási rendszerében meghatározott tartalmú és formájú jegyzőkönyvet (record of welder performance qualification) kell kiállítani, amelynek tartalmaznia kell a lényeges változókat, a vizsgálatokat és azok eredményeit, és az érvényességi tartományokat. A gyártó erre jogosult képviselőjének hitelesítő záradékkal kell tanúsítania, hogy a jegyzőkönyvben szereplő állítások helyesek, a próbadarabok előkészítése, hegesztése és vizsgálata megfelel az ASME IX követelményeinek. Javasolt, de nem kötelező a QW-484A jegyzőkönyv minta használata. Munkahely változás esetén az új munkáltatónak a hegesztőt újra kell minősítenie.

A hegesztéstechnológiai vizsgálattól eltérően a hegesztő minősítéshez eljárásonként csak lényeges változókat (paramétereket) határoztak meg az ASME IX QW-350 táblázataiban. Ezek a lényeges változók adják meg a minősítés érvényességi tartományát.

Jelen cikknek nem célja az ASME IX szerinti lényeges „változók" és az ISO 9606-1 szerinti lényeges „paraméterek" tételes összehasonlítása. Az ASME IX 2015-ben megjelent nem kötelező 'L' melléklete útmutatást ad a hegesztők egyidejű minősítéséhez az ISO 9606-1 és ISO 14732, illetve az ASME IX szerint. A melléklet megadja azokat a fontosabb adminisztratív, műszaki és vizsgálati követelményeket, amelyek teljesítése szükséges a minősítés ASME IX szerinti elfogadásához.

Néhány ASME IX specifikus követelmény

A minősítés történhet a próbatest (térfogati, radiográfiai vagy ultrahangos) roncsolásmentes vizsgálatával, a próbatestből kimunkált hajlító próbával vagy az első gyártási varrat első szakaszának roncsolásmentes vizsgálatával.

Minősítés első gyártási varrat első szakaszának roncsolásmentes vizsgálatával

Ha az első varratszakasz nem felel meg a vonatkozó követelménynek, a hegesztő nem felelt meg. Ez esetben az általa hegesztett varratokat teljes terjedelemben meg kell vizsgálni, az esetleges hibákat minősített hegesztő javíthatja ki, a hegesztőt újra kell minősíteni. A gyártó dönthet úgy is, hogy kiterjeszti a vizsgálatot a hegesztő által készített varrat további két szakaszára, vagy további két körvarratra. Amennyiben ezek a vizsgálatok megfelelő eredményt adnak, a hegesztő megfelelt, kijavíthatja az első varratszakaszt, és az általa hegesztett varratok is megfelelnek. Ha a kiterjesztett vizsgálat nem felel meg,

a hegesztő sem felelt meg, az általa készített varratokat teljes terjedelemben meg kell vizsgálni és a hibás szakaszokat minősített hegesztő javíthatja ki.

A gyártási varrat roncsolásmentes vizsgálatával végzett minősítésnél a megengedett eltérésekre (hibákra) az ASME IX követelményeit kell alkalmazni, amelyek szigorúbbak a berendezésekre vonatkozó előírásoknál. A „post facto" vagy visszamenőleges minősítés tipikus esete, amikor a gyártásközi ellenőrzésnél kiderül, hogy a hegesztő nem volt minősítve egy alkalmazott hegesztési helyzetre, de a varrattérkép vagy más dokumentumok alapján az első varratszakaszok beazonosíthatók és a varratok típusa és helyzete lehetővé teszi roncsolásmentes vizsgálatok elvégzését.

A minősítés érvényessége, visszavonása és megújítása

A hegesztő minősítése érvényes az adott eljárásra, **ha hat hónapnál kevesebb idő telt el amióta utoljára alkalmazta az adott eljárást.** (A szerző megjegyzése: ez az előírás az ASME IX kötet megjelenése, 1941 óta változatlan, és az ipar által igazoltan megfelelő és elégséges.)

Magyarázat: Ha a hegesztőt január 15-én minősítették, a minősítése július 15-ig érvényes. Ha a minősítés időpontjától számított hat hónap alatt azonban utoljára március 20-án hegesztett az adott eljárással, akkor a minősítése szeptember 20-án jár le, tehát a következő hat hónap nem július 15-től, hanem az utolsó hegesztés időpontjától kezdődik.

A minősítés folytonosságát a gyártó erre jogosult képviselője (nem feltétlenül a hegesztésért felelős személy) igazolja. A hegesztő kézi vagy félautomata minősítése mindkét módszerre érvényes marad az adott eljárásra. Gépesített eljárás gépkezelőjének minősítése érvényes marad mind a gépesített, mind az automata hegesztésre az adott eljárásra, míg az automata hegesztés kezelőjének minősítése csak az automata hegesztésre marad érvényben.

A minősítés megújítása

A lejárt minősítés bármely eljárásra megújítható egyetlen, bármilyen anyagú, vastagságú vagy átmérőjű lemez vagy cső próbadarab, tetszőleges pozícióban történő hegesztésével, megfelelő vizsgálati eredmények esetén.

Ez az eredményes próba megújítja a hegesztő meglévő minősítéseit az adott eljárásra, azokra az anyagokra, vastagságokra, átmérőkre, pozíciókra és egyéb változókra, melyekre előzetesen minősítették.

Ha az eredeti minősítés roncsolásmentes vizsgálattal történt, a lejárt minősítés a gyártásban végzett hegesztéssel is megújítható.

A minősítés visszavonása

Ha alapos ok van arra, hogy kétségbe vonják a hegesztő képességét az előírásoknak megfelelő hegesztési varratok készítésére, akkor vissza kell vonni az adott hegesztésre vonatkozó minősítést. Minden más minősítés érvényben marad.

Az újraminősítéshez a hegesztőnek olyan próbatesteket kell meghegesztenie, amelyek lefedik a visszavont minősítések teljes érvényességi tartományát.

Összefoglalás

A hegesztő képességeit nem befolyásolja, melyik szabvány vagy előírásrendszer szerint történik a minősítése. A minősítő próbadarabot az adott hegesztési utasítás (WPS) előírásait betartva, azonos módon fogja meghegeszteni, független attól, melyik szabályzat vagy szabvány szerint minősítik. Nem mindegy viszont, hogy a hegesztésre normális üzemi feltételek mellett, az üzemszerű gyártásban alkalmazott hegesztési technológiával, tehát munkapróbaként, vagy egy tanfolyam végén elméleti vizsga után, az oktatóhelyen, vizsgabizottság előtt, kerül sor. A tényleges gyártási vagy szerelési munka megkezdése előtt a hegesztési felelős eredményes munkapróba nélkül nem fogja munkába állítani a hegesztőt, független attól milyen bizonyítvánnyal rendelkezik.

A cikkben ötven év tapasztalata alapján, úgy érzem elegendő gyakorlattal és ismerettel rendelkezve fogalmaztam meg a bizonyos mértékben szubjektív gondolataimat a hegesztőminősítés gyakorlatáról, valamint a szabványosításról és az érdekérvényesítésről.

Az első hegesztő minősítésre vonatkozó ismereteimet a HMB titkárságon töltött alig egy év alatt, 1975-ben szereztem, majd jött a szerelőipar, ahol hegesztő szerelésvezetőként a hegesztési munka szervezése, irányítása és felügyelete mellett technológiákat és hegesztőket is minősítettem, munkapróbáztattam. Később, a hatósági feladataim mellett az MHT munkájában is kezdettől fogva aktívan részt vállaltam, az MHT Minősítő Szakbizottságának vezetőjeként és vizsgabiztosként egyaránt. Amikor 1996-ban elkezdtem az ASME minősítő szakértői munkámat, egyszerűen nem jutott többé időm a hazai szakmai tevékenységekre, így néhány év alatt lemondtam a különféle bizottságokban (IKM, MHT, MSZT, GTE, NAT…) kapott megbízatásaimról. Az ASME éveim alatt mintegy 1200 nyomástartó berendezést gyártó szervezet minősítésében vettem részt, a minősítő team vezetőjeként. Ez több ezer WPS és WPQ és azok gyakorlati alkalmazásának ellenőrzését jelenti.

Dr. Somogyi Sándor

A cikkhez felhasznált irodalom és szabványok

[1] Szabó B. Az MHtE mint a Magyar Hegesztőminősítő Testület (MHT) Operatív szervezete, Hegesztéstechnika XI. évf. 2000/ Különszám
[2] Somogyi S. Hegesztéstechnológiai vizsgálatok és hegesztővizsgák az AEEF gyakorlatában, Hegesztéstechnika V. évf. 1994/1
[3] Babics P., Bakó B., Ladányi P., Schwarzenberger P., Szabó B. A hegesztők minősítése Magyarországon, Hegesztéstechnika V. évf. 1994/2
[4] Somogyi S. Atomerőművi berendezések gyártási/szerelési munkáit végző hegesztőkkel szemben támasztott követelmények. A szükséges elméleti és gyakorlati képzés tartalmának és mértékének meghatározása, GTI Gépipari Technológiai Intézet, Tanulmány 1975
[5] Somogyi S. Javaslat az EN 287 szabvány szerinti hegesztő minősítési rendszer fokozatos bevezetésére az MSZ 7997

alkalmazása mellett, MHtE tanulmány 1991
[6] Domanovszky S. Az acélhegesztők minősítésének új szabványa az MSZ EN ISO 9606-1:2014, Acélszerkezetek XI. évf. 2014/3
[7] Sperko W.J. Welder Qualification Standards – Philosophy and Feedback, AWS Welding Journal, July 2003, Pages 14/16
[8] MHtE Honlap https://mhte.hu/rolunk/
[9] OAH N9.4. sz. útmutató Új atomerőmű nyomástartó berendezéseinek hegesztése Verzió:1 2020. március
[10] MSZ 7997 Acélhegesztők minősítése
[11] MSZ EN 287-1 Hegesztők minősítése ömlesztőhegesztésre. Acélok
[12] MSZ EN ISO 9606-1 Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés 1. rész: Acélok
[13] MSZ EN ISO 15609-1 Fémek hegesztési munkarendjének előírása és minősítése. Hegesztési munkarendi előírás. 1. rész: Ívhegesztés.
[14] DIN 8560 Prüfung von Stahlschweißern
[15] ASME Section IX Welding, Brazing and Fusing Qualifications

Kisfaludy Antal (1935 – 2025)

Megrendülten tudatjuk, hogy életének 91. évében elhunyt Dr. Kisfaludy Antal, az Óbudai Egyetem nyugalmazott főiskolai tanára, az anyagtudomány és anyagvizsgálat elismert, kiemelkedő szaktekintélye.

Kisfaludy Antal 1935. március 25-én született Budapesten. Középiskolai tanulmányait Miskolcon végezte, majd néhány év munka után a Nehézipari Műszaki Egyetemen 1963-ban szerzett kohómérnöki diplomát, 1967-ben pedig hőkezelő szakmérnöki és műszaki doktori (Dr. Techn.) oklevelet. 1979-ben a műszaki tudomány kandidátusa címet nyerte el.

Első munkahelye a Miskolci 31. számú Autóközlekedési Vállalt volt 1954-től 1956-ig, majd 1956. szeptember 7-től a Vasipari Kutató Intézetben kezdett dolgozni technikusként, majd tudományos munkatársként és tudományos csoportvezetőként a fémtan és anyagvizsgálat területén. 1971 szeptember 1-jével áthelyezéssel került a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola Mechanikai Technológia Tanszékére, adjunktusi munkakörbe. Oktatói tevékenységének középpontjában a Fémek technológiája, a Szerkezeti anyagok, az Anyagtechnológia tárgycsoportok, a Hőkezelés tárgy oktatása, tananyagfejlesztése és jegyzeteinek írása állt. A gépészmérnök hallgatók generációit oktatta az anyagszerkezettani és anyagtechnológiai ismeretekre. Tárgyfelelőse volt A gyártástechnológia alapjai tantárgynak. Tudását szívesen osztotta meg a Tanszék oktatóival és eredményesen támogatta a TDK munkát végző hallgatókat. 1978. július 1-jével főiskolai docensé, 1982. június 30-val főiskolai tanárrá nevezték ki. 1990. szeptember 1-től az Anyag- és Alakítástechnológia Tanszék vezetői feladataira kapott megbízást, amelyet 1997. június 30-ig látott el. Főiskolai tanári közalkalmazotti jogviszonya 2004. december 31-vel záródott le.

Szakmai munkássága először a Vasipari Kutató Intézethez kötődött, az intézeti megbízások során jelentős szakértői tevékenységet folytatott, többek között a Petrolkémiai Beruházási Vállalatnál, a Vegyiműveket Építő és Szerelő Vállalatnál, a Diósgyőri Vasműben és Gépgyárban. Ezek többsége anyagvizsgálati, illetve hegesztési szakértői feladatokra terjedt ki. Kutatói tevékenységét a főiskolai munkája mellett is folytatta. Ebben az időszakban kiemelkedő szerepet játszott a Tanszék anyagvizsgálati, törésmechanikai, hőkezelési kutatásaiban, valamint a Paksi Atomerőműben végzett vizsgálótechnikai fejlesztésekben. A kutatási eredményekből részvételével rangos publikációk születtek. Jelentős szerepe volt abban is, hogy a kutatásokhoz kapcsolódva a Tanszék 10 találmányi bejelentést tett.

Aktív szereplője volt a szakmai tudományos közéletnek, számos konferencián tartott színvonalas előadást, részt vett az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és más szakmai testületek munkájában.

Több mint negyven éves kutatói és három évtizedes oktatói tevékenysége elismeréséül 1992-ben Szent-Györgyi Albert-Díjat vehetett át. Emlékét diákjai, oktató és kutató társai kegyelettel megőrzik.

Dr. Czinege Imre, Dr. Gáti József

Anyagvizsgálók Lapja
2025/III. lapszám

Próbatest kimunkálási technológiák hatása hidegképlékeny lemezek szakítóvizsgálati eredményeire

The effect of test specimen preparation techniques on the tensile test results of cold-formed sheets

Kondás Béla[a], Kovács Árpád[b], Mertinger Valéria[c]

[a]Miskolci Egyetem; Anyag- és Vegyészmérnöki Kar; Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, PhD hallgató, bela.kondas@uni-miskolc.hu
[b]Miskolci Egyetem; Anyag- és Vegyészmérnöki Kar; Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, mérnöktanár, arpad.kovács@uni-miskolc.hu
[c]Miskolci Egyetem; Anyag- és Vegyészmérnöki Kar; Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, egyetemi tanár, valeria.mertinger@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak
szakítóvizsgálat,
lézervágás,
stancolás,
marás,
Isikawa

Absztrakt

A minták előkészítésének minősége jelentős hatással van a szakítóvizsgálati eredményekre. Számos publikáció született a különböző mintakészítési technikák hatásáról, de egyetlen esetben sem zárták ki az alapanyag inhomogenitását. Kutatásunk során etalon minőségű acéllemez szakítóvizsgálati eredményeit hasonlítottuk össze három mintakivágási eljárást (lézervágás, marás és stancolás) alkalmazva. A vágási felületeket pásztázó elektronmikroszkópiával vizsgáltuk. A mintákat szakadásig húztuk, és összehasonlítottuk a szokásos mechanikai anyagvizsgálati mérőszámokat. Összefüggést állapítottunk meg a mért értékek és a mikroszerkezet között.

lézervágás,
tensile testing,
laser cutting,
punching,
milling
Isikawa

Abstract

The quality of sample preparation has a significant impact on tensile test results. Numerous publications have been written on the effects of different sample preparation techniques, but none of them have ruled out the inhomogeneity of the raw material. In our research, we compared the tensile test results of standard quality steel sheets using three sample cutting methods (laser cutting, milling, and punching). We examined the cut surfaces using scanning electron microscopy. The samples were pulled until fracture, and the usual mechanical material test measurements were compared. A correlation was established between the measured values and the microstructure.

1. Bevezetés

Tudományos kutatások során, valamint akkreditált laborok méréseinél kiemelt jelentősége van a pontos és precíz szakítóvizsgálati eredményeknek, melyet számos tényező befolyásol. Lágyacélok öregedésvizsgálata során irányult a figyelmünk a szakítóvizsgálatokat befolyásoló tényezők összegyűjtésére. Ishikawa elemzéssel a tényezők súlyozását követően jutottunk el a főbb befolyásoló tényezőkhöz úgy, mint

- vizsgálati módszer,
- vizsgálati sebesség,
- próbatest méret- és alakpontosság,
- anyag inhomogenitás,
- próbatest előkészítési technika.

Az első három tényezőt az EN ISO 6892-1 [1] vizsgálati szabvány, valamint a vonatkozó termékszabványok pontosan előírják, azonban a másik kettőre nem fogalmaznak meg egzakt előírásokat csak egyszerű ajánlásokat, figyelmeztetéseket (pl. a nagy felkeményedést mutató anyagokat marással, csiszolással ajánlott előkészíteni). A próbatest előkészítési technika megválasztását tehát az alkalmazóra hagyják. Az EN ISO 6892-1 és az ISO 377 [2] is csak annyit ír elő, hogy az elváltozott részeket, amelyek befolyásolhatják a vizsgálati eredményeket, el kell távolítani a próbatest felületéről. A kérdés, miszerint melyik lehet a legcélravezetőbb technológia, főleg lapos próbatestek kimunkálásánál jelentkezik mivel itt több variáció is szóba jöhet. Márkus és Narancsik írásában [3] a próbatestek különböző marási technikákkal kialakított felületi érdességének hatását elemezték. Megállapították, hogy a próbatest oldalainak érdessége, valamint a képlékeny alakváltozási viszonyszám (r) és a keményedési kitevő (n) között összefüggés áll fenn. Gál disszertációjában [4] lézervágott, szikraforgácsolt és mart próbatesteket hasonlított össze. Kísérleteinek eredménye azt mutatta, hogy a három módszerrel előkészített próbatestek erő-elmozdulás görbéi együtt futnak egészen a görbe végpontjáig, ahol azonban, a lézervágott darab szakításakor mért keresztfej elmozdulás érték elmarad a másik kettőhöz képest, melyek azonosnak tekinthetők. Gögüs és társai [5] nitrogén és oxigén táplálású lézervágott próbatesteket, illetve szikraforgácsolt próbatesteket hasonlítottak össze. A három különböző vastagságú lemezből kimunkált, 54 darab próbatest eredményeit statisztikai módszerekkel dolgozták föl, melyek alapján megállapították, hogy a háromféle próbatest mechanikai mérőszámainak várható értékei 95 %-os konfidenciaszinten azonosnak mondhatók. Az előbb említett kutatásokban közös vonás, hogy egyszerű szabványos kereskedelmi acélanyagokat vizsgáltak, melyek folyáshatárban és/vagy szakítószilárdságban mért terjedelme (inhomogenitása) a legideálisabb esetet feltételezve is 1-5 MPa-ra tehető, ha a próbatesteket szorosan egymás mellől munkálják ki [6], és akkor még nem vettük számításba az egyéb forrásból származó ingadozásokat, amelyek tovább növelik a mérési bizonytalanság értékét. Kutatómunkánk során három mintakimunkálási eljárást elemeztünk a vágási felületek és a kivágott próbatestek szakítóvizsgálattal meghatározott anyagjellemzőinek összehasonlításával.

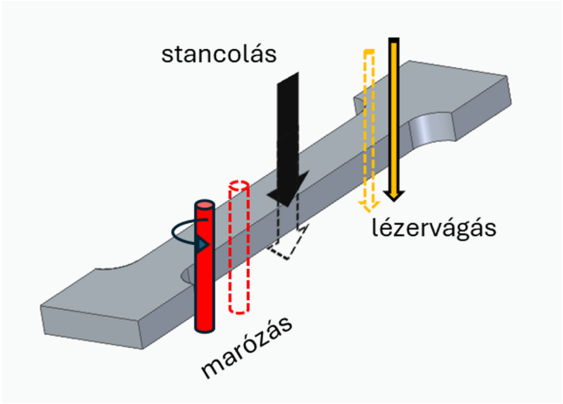
2. Vizsgálati anyag és módszerek

Az előbbiek alapján kutatásunk céljává vált a különféle próbatest-kimunkáló technológiák szakítóvizsgálattal megállapítható szabványos anyagtulajdonságokra gyakorolt hatásának elemzése, úgy, hogy az alapanyag inhomogenitását, mint befolyásoló tényezőt elhanyagolható mértékűre csökkentjük. Vizsgálatainkhoz ezért egy kísérleti gyártásból származó különleges tisztaságú és homogenitású 310x290x1 mm méretű (kb. DC07-nek megfelelő, lásd 1. táblázat) etalonlemezt használtunk, melynek anyagtulajdonságait az „Institut für Eignungsprüfung (IfEP) tanúsította az ISO/IEC 17034 előírásai szerint.

1. táblázat: *Az etalon lemez vegyi összetétele*

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Al%
0,04	0,003	0,20	0,006	0,011	0,046

Az etalon lemezből háromféle technológiával vágtunk ki szabványos méretű (ISO 6892-1, 2-es (20x80 mm) típusú) próbatesteket, a Magyarországon legelterjedtebbnek számító lézervágással és marással, valamint ezen a területen egy úttörőnek mondható technikával, a lyukasztással vagy más néven stancolással. A lézervágást TruLaser Cell 7020 gépen, oxigén gáztáplálást alkalmazva, 6500 mm/min vágósebesség mellett hajtottuk végre, míg a marást palástmaró gépen, 70 fordulat/perc vágási sebességgel, 25 mm/perc előtolással végeztük el. A stancolást egy a szakítópróbatestek kivágására készült célgépen, 160 mm/min sebességgel, 0,12 mm-es vágóréssel bonyolítottuk le. A kimunkáló szerszámok mozgását a próbatesthez képest sematikusan az 1. ábra mutatja.

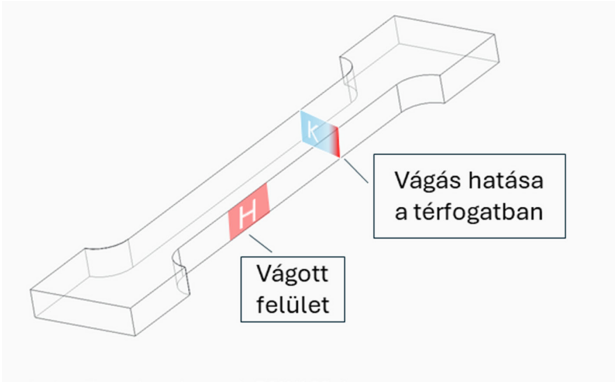


1. ábra: *A szakító próbatest és a kimunkáló szerszámok mozgásának sematikus ábrázolása*

A szakítóvizsgálatokat egy Instron 68FM-300 típusú, padló telepítésű, két oszlopos, elektromechanikus univerzális anyavizsgáló berendezésen hajtottuk végre ékpályás befogó használatával. Az egytengelyű igénybevételt próbatest tájoló segítségével biztosítottuk. A mérési eredményeket Bluehill 4/ AverEdge 32 típusú kiértékelő szoftverrel dolgoztuk fel. A vizsgálat során a darabok nyúlásmérése AVE 2 video extenzométer segítségével történt, 80 mm hosszirányú és 20 mm keresztirányú jeltávolságot alkalmazva. A vizsgálat további paraméterei: erőmérő cella: 300 kN, vizsgálati hőmérséklet: szobahőmérséklet (23 °C). A mechanikai értékeket (Rp0,2, Rm, A80) az IfEP előírásai szerint az ISO 6892 B (feszültségvezérlés) módszerrel határoztuk meg. A szakítási sebesség egységesen a folyáshatár megjelenéséig 10 MPa/s, azután 0,00671 1/s volt. Minden szakítóvizsgálatnál azonos (50 MHz) adatgyűjtési frekvenciát alkalmaztunk.

A kísérletek során a lényegi befolyásoló tényezőket azonos szinten tartottuk. A mérőrendszer mérési hibáját a mérési sorozat megkezdése előtt az etalon lemezzel egy sarzsból származó, ám az IfEP által készremunkált tanúsított mechanikai értékekkel bíró próbatestek elszakításával ellenőriztük. A szakítóvizsgálatokat csak akkor kezdtük meg, ha az etalon próbatestek mérési eredménye megegyezett az annak tanúsítványán megadott mechanikai értékekkel.

A szakítópróbatestekből két irányban (H-hossz, K-kereszt) vettünk ki mintákat a roncsolt felületek elektronmikroszkópos vizsgálatához. A mintakivételi pozíciót a 2. ábra mutatja. A H-hosszirányú mintán a nyers vágási felületet vizsgáltuk, míg a K-keresztirányú minta pirossal jelzett részén a vágási kontúrt és a vágási mechanizmusnak a minta térfogatában bekövetkező változásait is össze tudtuk hasonlítani. A vizsgálathoz 1830l Amray pásztázó elektronmikroszkópot alkalmaztunk szekunder elektron és visszaszórt elektron képalkotási üzemmódokban. A H mintát nyers állapotában, míg a K mintát beágyazás után a szokásos metallográfiai vizsgálathoz előkészítve (csiszolás 4 fokozatú papíron, polírozás gyémántpasztával és maratás 0,5 %-os nitálban) vizsgáltuk.



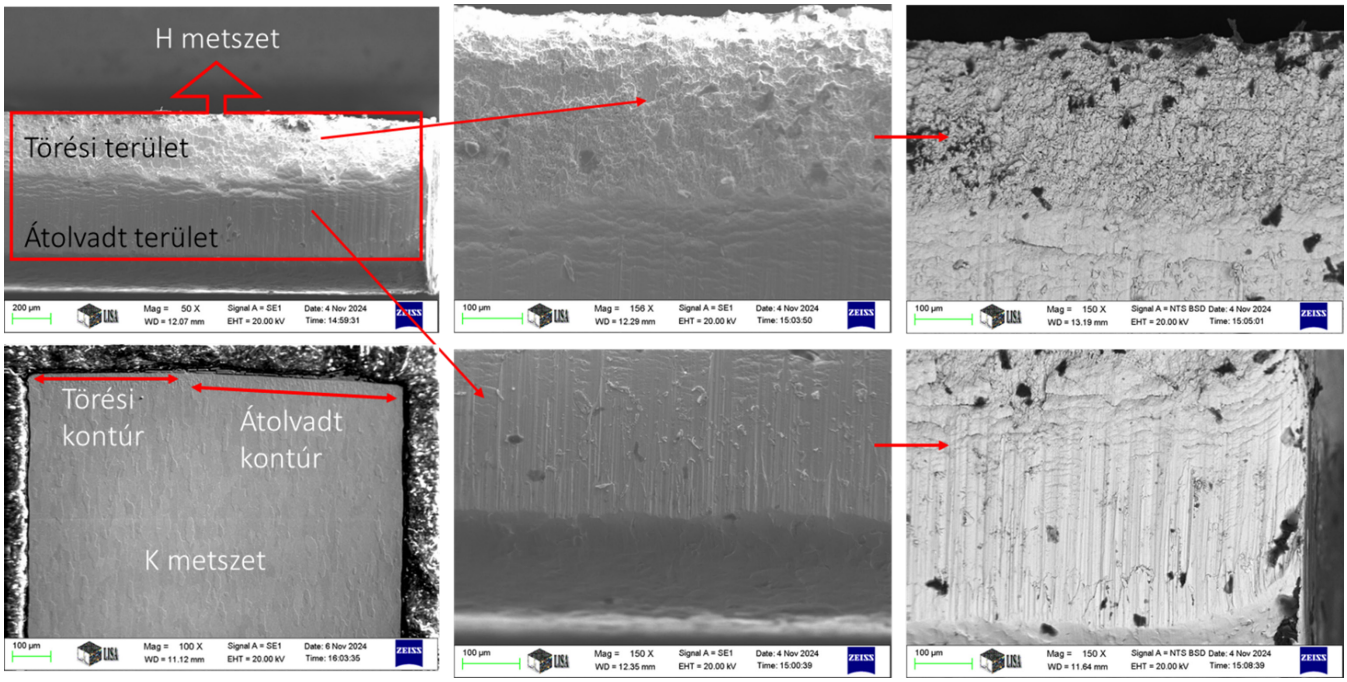
2. ábra: *Mintakivételi pozíciók a vágott felületek elektronmikroszkópos vizsgálatához*

3. Eredmények

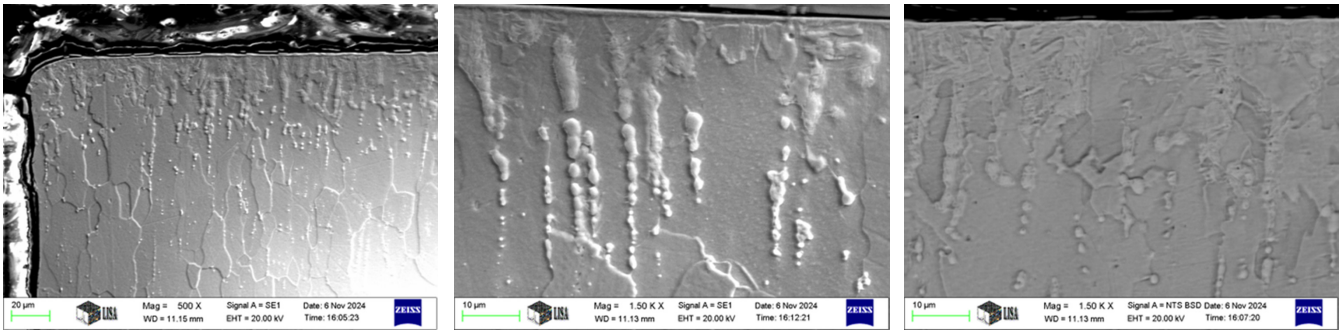
Vágott felületek mikroszkópi vizsgálata

A lézervágott felületről készült mikroszkópi képeket a 3. ábra mutatja. A H metszeten piros négyszöggel jelöltük a minta 1 mm-es vastagságának megfelelő részt. A területen markánsan két különböző tartományt lehet megfigyelni. A vágás kezdetén egy átolvadásos zóna alakul ki, mely átmegy a kritikus vastagságcsökkenés következtében egy jellemzően törési morfológiát mutató felületbe. Ez a két „vágási" mechanizmus a K metszeti képen is jól elkülöníthető. A K keresztmetszeti kép azt mutatja, hogy a vágás következtében méret vagy alaktorzulás alig történt. A metszeti kép hőhatás övezetéről készült nagyobb nagyítású képeket a 4. ábra mutatja. A képek azt erősítik, hogy a lézeres kezelés mintegy 20-30 µm mélységben változást idéz elő az anyag szövetszerkezetében, melyben karbid dúsulás és martenzites szövet megjelenése figyelhető meg.

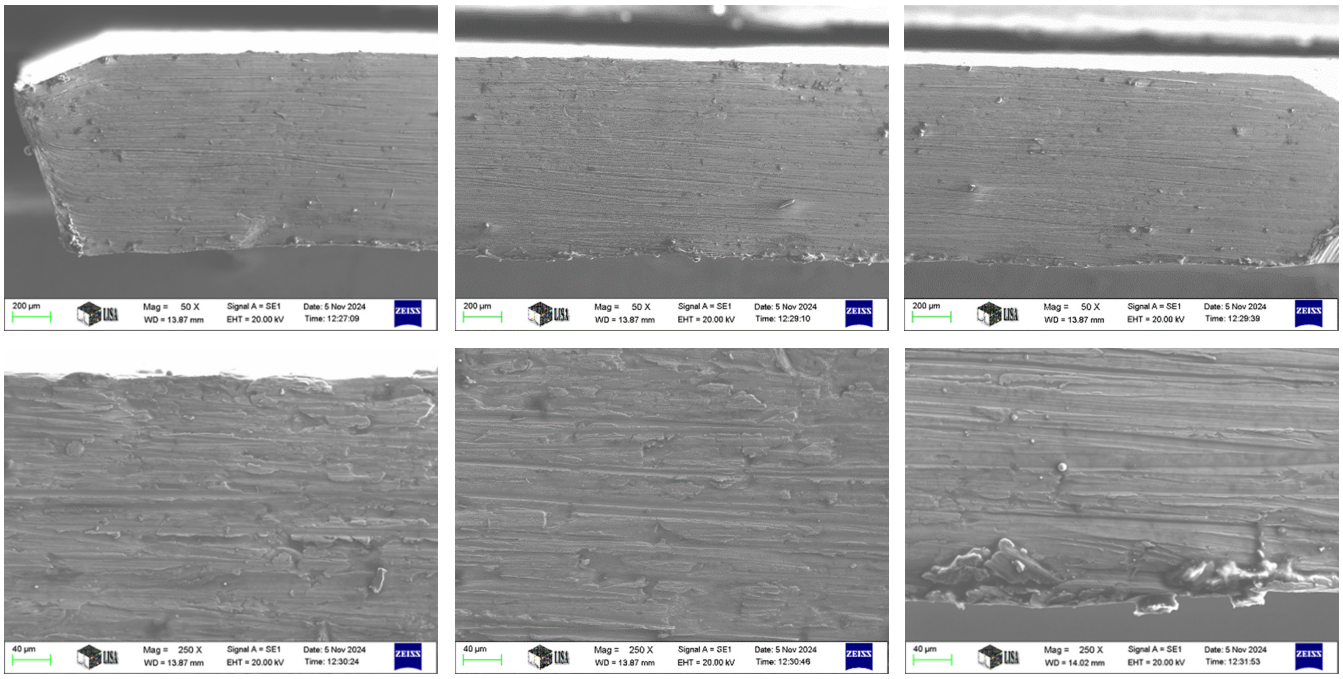
A marással kimunkált próbatest esetében a H metszetről készült felvételeket az 5. ábra mutatja kisebb és nagyobb nagyításban. A marószerszám lenyomatát mechanikai roncsolódási nyomokat látunk sorjafeltapadással. A K metszeti kis nagyítású képen (6. ábra) a vágás eredményeként egy enyhe fokú geometriai torzulás figyelhető meg, amit a marási művelet okoz a próbatest két sarokrészén ott,



3. ábra: A lézervágással készült minta elektronmikroszkópos felvételei



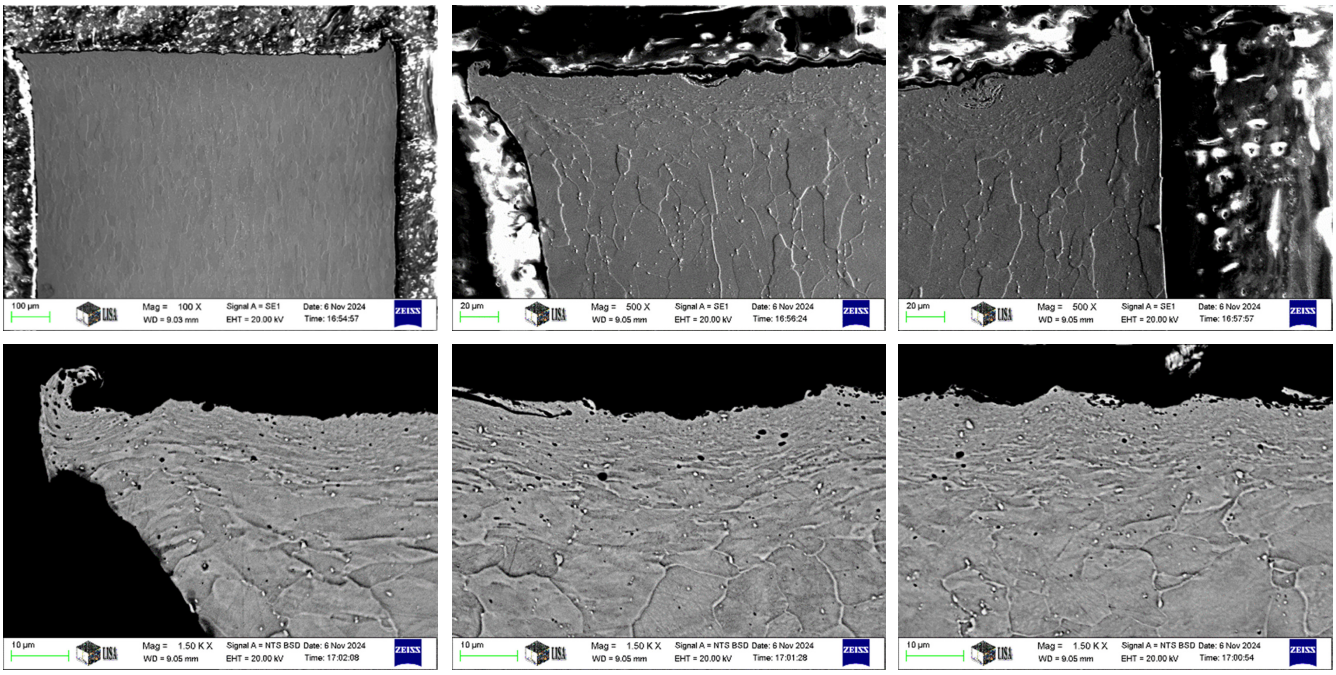
4. ábra: A lézervágással készült minta K metszetéről készült elektronmikroszkópos felvételei a hőhatás övezetben



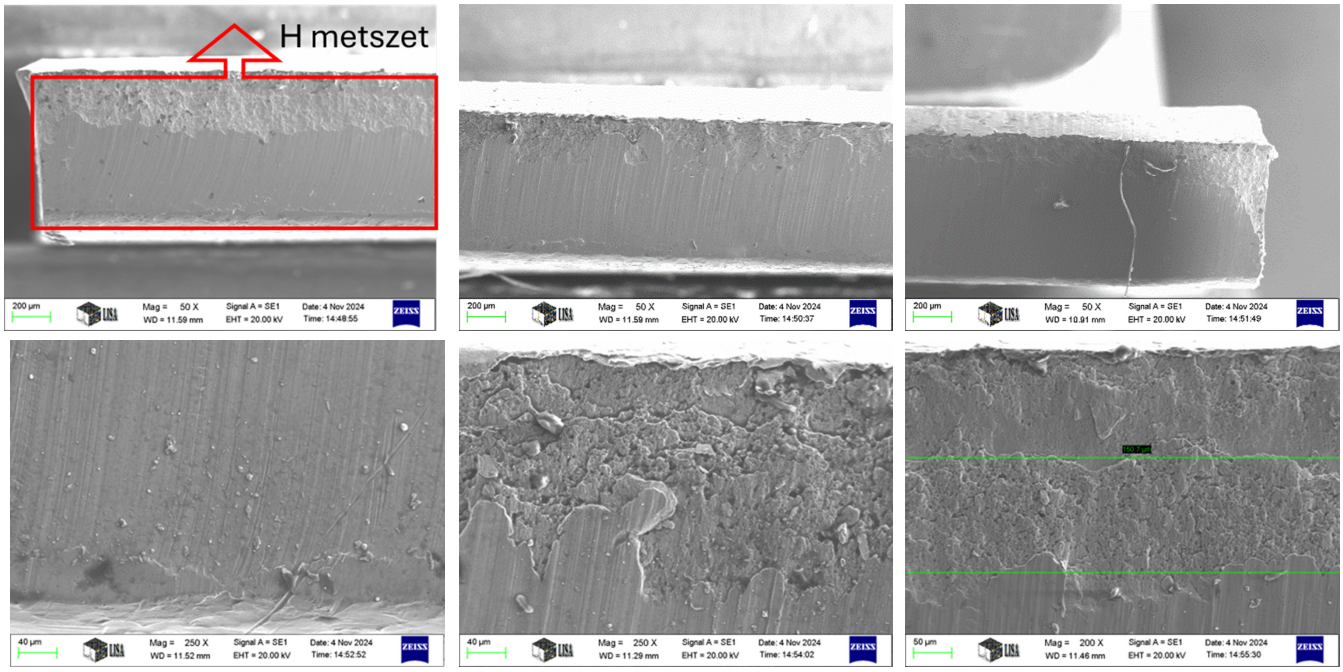
5. ábra: A marással kimunkált próbatestek H metszeti felülete kisebb és nagyobb nagyításban

ahol a marószerszám be- és ki halad. A nagyobb nagyítású felvételek egyrészt a vágás hatásövezetét, másrészt a kontúr érdességét mutatják. Ez alapján megállapítható, hogy egyértelműen nagyobb érdesség alakul ki a marás hatására, mint a lézeres vágás esetén. A hatásövezet vastagsága ebben az esetben kisebb, 10-20 µm nagyságú. Ezen a részen elnyújtott vékony szemcséket figyelhetünk meg, de olyan drasztikus fémtani változás (fázisátalakulás) nem történt, mint a lézeres vágás esetén.

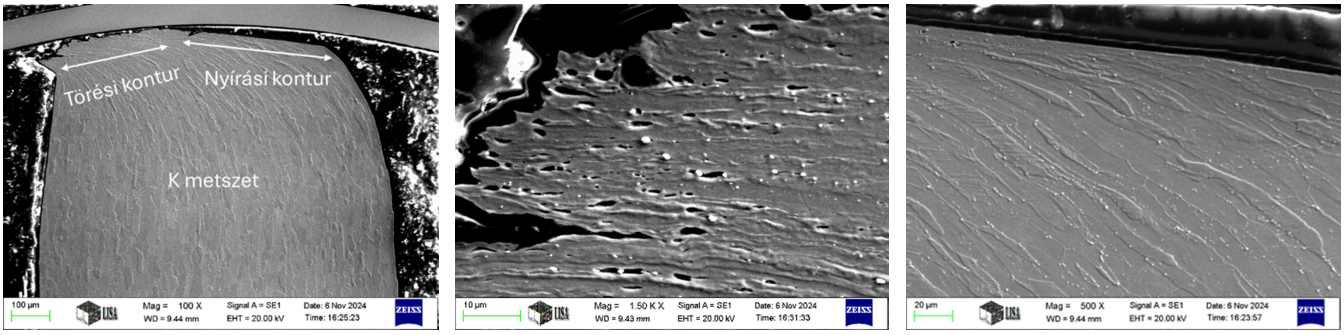
A harmadik kimunkálási eljárás, a stancolás hatásait a 7. és a 8. ábra foglalja össze. A H metszeti kis nagyítású képen (7. ábra) is szembetűnő, hogy két jellemző szakasz alakul ki egy nyírási és egy törési szakasz. A nyírási szakaszban a szerszám okozta barázdák a mart barázdákhoz képest merőlegesen helyezkednek el. A törési felület jellemzően szívós. Ez a fajta kettősség a K metszeten is egyértelműen elválik. A 8. ábra kis nagyítású képén látható, hogy a vágás következtében kialakuló geometriai deformáció a három művelet közül itt a legjelentősebb. A vágás kezdeti szakaszában kialakuló nyírási zóna hatásövezete eléri a 200 µm-t. A szálelhajlás mellett más szöveti elváltozás nincs. A törési kuntúr alatt viszont durva érdesség, 20-30 µm mély bemetszések is kialakultak. A próbatest hossza mentén változik a nyírási és törési kontúr aránya. A törési kontúr ¼, de esetenként az ½ részt is eléri.



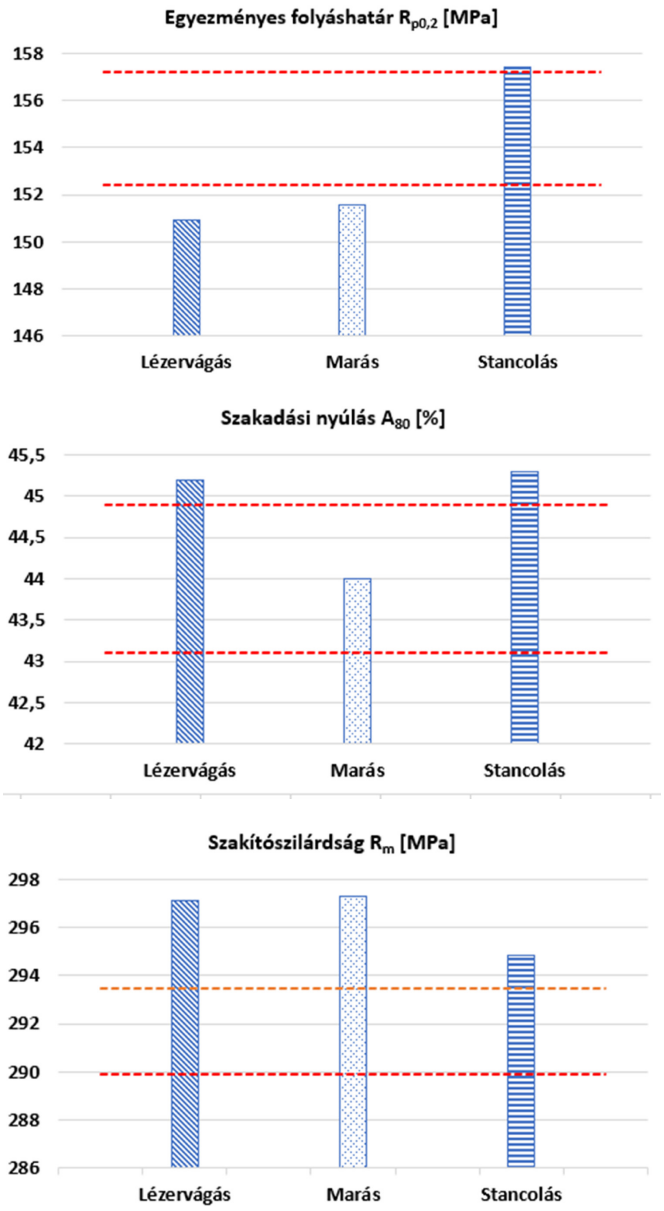
6. ábra: *A marással kimunkált próbatestek K metszete kisebb és nagyobb nagyításban*



7. ábra: *A stancolással kimunkált próbatestek H metszete kisebb és nagyobb nagyításban*



8. ábra: A stancolással kimunkált próbatestek K metszete kisebb és nagyobb nagyításban



9. ábra: Szakítóvizsgálati eredmények

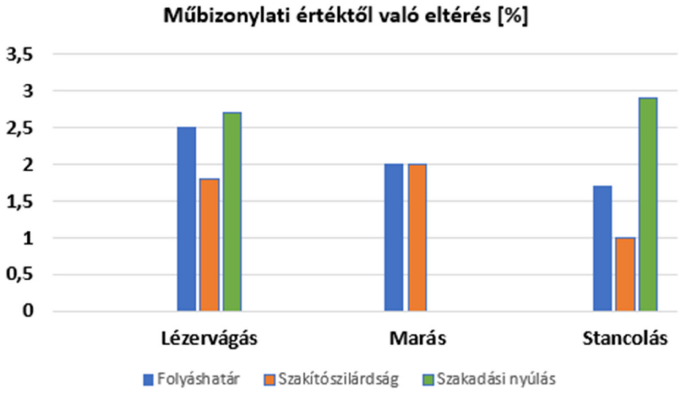
Szakítóvizsgálati eredmények

A szakítóvizsgálati eredményeket a 9. ábra mutatja. Szaggatott vonal jelzi a diagrammokban az etalon lemez tanúsítványán szereplő elfogadási intervallumot. E szerint a mart próbatest szakadási nyúlás értékét leszámítva egyik esetben sem sikerült reprodukálni az etalon lemez tanúsítványán megadott értékeket. A mart próbatest eredményei mind folyáshatár, mind szakítószilárdság tekintetében azonos százalékos eltérést mutat a tanúsított értékkel összehasonlítva (10. ábra). A lézervágott és a stancolt próbatestek eredményei ellentétes tendenciát mutatnak, míg a lézervágott próbatest folyáshatára elmarad a bizonylatolthoz képest, a stancolté meghaladja azt. A szakítószilárdságnál azonban éppen ellentétes tendencia figyelhető meg azaz a stancolté az alacsonyabb érték, de még mindig az elfogadási határ felett helyezkedik el. Ez összefüggésben állhat azzal ténnyel, hogy a hidegalakítás területileg egyenletesen eloszló és így nagyobb mértékű felkeményedést okoz, mint a lézervágás során végbemenő lokális szöveti átalakulás. Ha a százalékos abszolút eltéréseket vizsgáljuk, úgy az tapasztalható, hogy a stancolásnál és a lézervágásnál is a legnagyobb eltérés a nyúlásnál figyelhető meg, míg a legkisebb a szakítószilárdságban.

4. Összefoglalás

Kutatásunk során, kis karbontartalmú etalon acéllemezből, három különféle technikával (lézervágással, marással és stancolással) kimunkált szakító próbatestet hasonlítottuk össze a vágási felület morfológiájára és hatásövezetére vonatkozóan. A vágás hatását pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálattal jellemeztük a vágási felületen, illetve annak metszetén vizsgálva. Az elvégzett vizsgálatok alapján a következő megállapítások tehetők:

1. A vágási felület mind a lézeres, mind a stancolt esetben két szakaszra osztható. A lézeres esetén olvadással indul, a stancolás esetén nyírással, majd mindkét esetben töréssel fejeződik be. A marás ezzel szemben



10. ábra: Szakítóvizsgálati eredmények

egyenletes felületet biztosít. A metszeti képeken kiválóan megállapítható volt az egyes módszerek hatásmélysége, mely a 10-200 µm nagyságrendbe esett, legkisebb a marásnál, legnagyobb a stancolásnál volt.
2. A marás és a stancolás hatására egy erősen alakított felkeményedett szemcseszerkezet alakul a hatásövezetben, míg a lézeres kezelés esetén karbiddúsulás és martenzit képződés is megfigyelhető volt.
3. A folyáshatár a stancolt próbatest esetén volt a legnagyobb míg a szakítószilárdság a legkisebb. A marással előkészített próbatest nyúlását kivéve valamennyi mechanikai anyagvizsgálati jellemző eltért az etalon mintára megadott értéktől, a legtöbb esetben még a mérési bizonytalanságot is meghaladó mértékben.
4. Bármelyik technikával is készítik elő a próbatesteket szakítóvizsgálatra, mindenképpen nagy gondot kell fordítani a megváltozott anyagréteg szakszerű eltávolítására, mely a jelenlegi ötvözet és előkészítési módok esetén minimum 200 µm. Amennyiben ez nem történik meg, a mintakivágás hatása a mérési eredményekben jelentkezni fog.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani az etalon lemez biztosításáért, valamint a szakítóvizsgálatok végrehajtásáért a thyssenkrupp Materials Hungary Zrt. Anyagvizsgáló Laboratóriumnak, továbbá Dr. Búza Gábornak a lézervágások lebonyolításában nyújtott segítségéért!

Irodalomjegyzék

[1] EN ISO 6892-1, Metallic materials. Tensile testing, Part1: Method of test at room temperature, 2019
[2] EN ISO 377, Steel and steel products. Location and preparation of samples and test pieces for mechanical testing, 2017
[3] Márkus D., Narancsik Zs.: Szakítóvizsgálati próbatestek felületi érdességének hatása a vizsgálati eredményekre. Anyagvizsgálók lapja., 2009/3., 2009, pp111-116. HU ISSN 1787-507
[4] Gál V.: Nagyszilárdságú acéllemezek alakítási határállapotának kísérleti vizsgálata, PhD értekezés, Sályi István Gépészeti Tudományok Doktori Iskola, Miskolci Egyetem, 2022
[5] Gögüs M.T., Cabiroglu A., Ekmekyapar T., Özakca M.: Effect of Specimen Preparation Method for tension Test on design of Cold-Formed Steel Members, Proc. of the Second Int. Conf. on Advances in Civil, Structural and Environmental Mengineering, Institute of Research Engineers and Doctors, USA, 2014, pp126-130, ISBN 978-1-63248-030-9-26
[6] Mertinger V.: Acéllemezek komplex vizsgálata, kutatási jelentés, Fémtani-, Képlékenyalakítási- és Nanotechnológiai Intézet, Műszaki Anyagtudományi Kar, Miskolci Egyetem, 2021.09.30

M·A·E A MAE Szakdolgozat és Diplomamunka pályázatának nyertesei

Olyan mérnökök pályaműveit vártuk, akiknek diplomamunkája vagy szakdolgozata meghatározó módon érinti a mechanikai anyagvizsgálatok vagy/és az anyagszerkezeti vizsgálatok szakterületeit.

A pályázók mindegyikéről elmondható, hogy munkájuk igazán nagyszerű példája az igényes anyagvizsgáló mérnöki munkának.

Szakdolgozat (BSc) kategóriában

1 . díjat nyert: **Vastag Zsolt**
Unidirekcionális szánszál/epoxi anyag szabványos húzó próbatesteinek továbbfejlesztése – részvétel nemzetközi körvizsgálatban

2. díjat nyert: **Lipkovics Kata**
Hierarchikus politejsav vázanyagok fejlesztése és vizsgálata

3. díjat nyert: **Nagy Lóránd**
Papír bevásárlószatyrok hordképességeinek összehasonlító vizsgálata

Diplomamunka (MSc) kategóriában

1 . díjat nyert: **Pados Gábor**
Kötéstechnológiai módszerek alkalmazhatósága kompozit fémhabszerkezetek fejlesztésére

2. díjat nyert: **Balogh Fanni**
Szénszálerősítésű kompozitik károsodásainak elemzése akusztikus emissziós módszerrel

3. díjat nyert: **Csillag Jessica Boglárka**
Különböző típusú lánchossznövelők összehasonlítása a PLA többszöri újrahasznosítása során

Mindannyiuknak köszönjük a részvételt és gratulálunk a nyerteseknek!

Az Anyagvizsgálók Lapja következő lapszámában Vastag Zsolt cikkét olvashatják a szakdolgozatának témájában.

MAE elnökségi tagjai

Anyagvizsgálók Lapja
2025/III. lapszám

A szabványosított film-digitalizálás beemeli a röntgenfilmet az ipar 4.0 elveit alkalmazó roncsolásmentes vizsgálat (NDT) korszakába[1] – Application Award 2025 díjazottja

Standard-compliant film digitization brings X-ray film to NDT 4.0 – Application Award 2025 (AE)

Uwe Heike[a], Klaus Bavendiek[b]

[a, b]Kowotest

Kulcsszavak
roncsolásmentes vizsgálat
röntgen
röntgenfilm
film-digitalizálás

Absztrakt

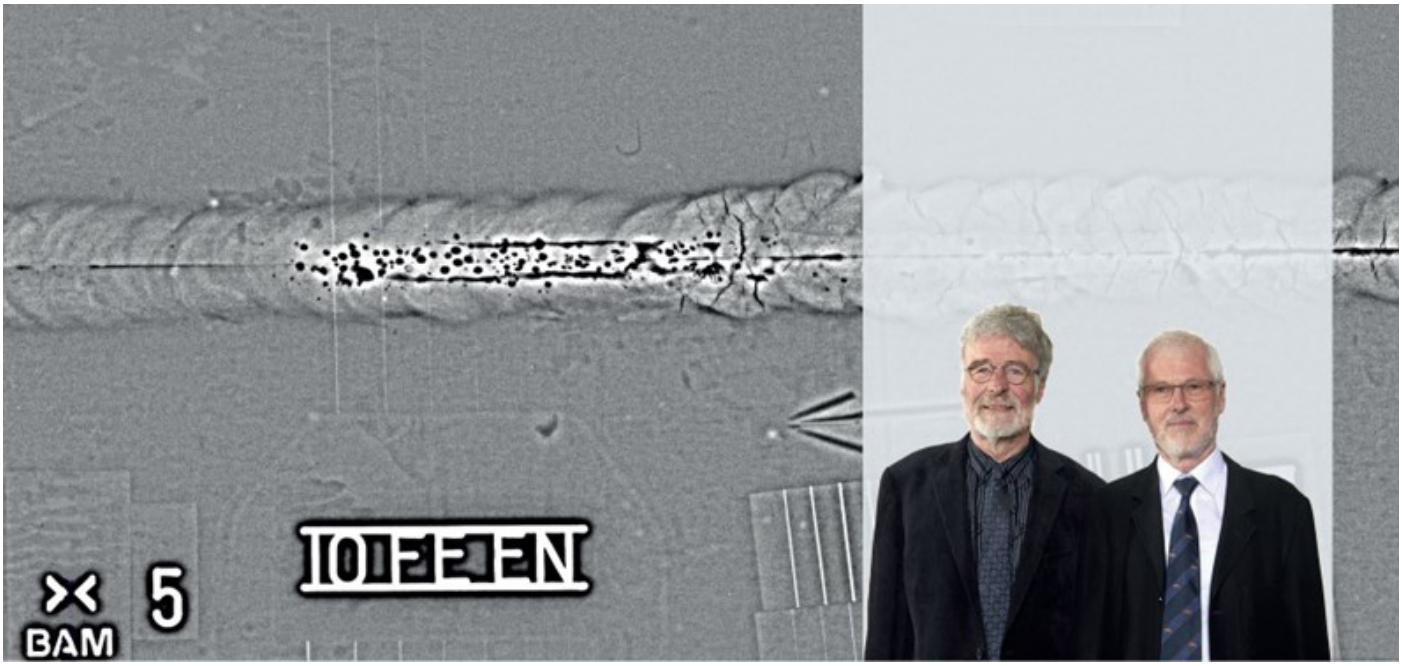
A belső hibák kimutatására alkalmas első roncsolásmentes vizsgálati módszert Wilhelm Conrad Röntgen 1895-ös felfedezése után röntgenfilmek segítségével valósították meg. Az idők során megalkotott számos szabvány és vizsgálati utasítás révén ez a technika mára rendkívül megbízhatónak és biztonságosnak bizonyult. Ennek köszönhetően a filmfelhasználás évek óta magas szinten stabilizálódott.

A világ egyre inkább a digitalizáció felé halad; a film-digitalizálók segítségével a hagyományos technológia is átvihető a digitális korszakba. A digitális képpel szembeni követelmények azonban rendkívül magasak, hiszen a röntgenfilm hatalmas mennyiségű információt hordoz.

Keywords
non-destructive testing
X-ray
X-ray film
film digitization

Abstract

The first non-destructive testing method capable of detecting internal defects was developed using X-ray films following Wilhelm Conrad Röntgen's discovery in 1895. Thanks to numerous standards and testing instructions developed over time, this technique has proven to be extremely reliable and safe. As a result, film consumption has stabilized at a high level for many years. The world is increasingly moving towards digitization; with the help of film digitizers, traditional technology can also be transferred to the digital age. However, the requirements for digital images are extremely high, as X-ray film carries a huge amount of information.



1. Bevezetés

A hely- és kontrasztfelbontás, a digitalizálási zaj és a megvilágítás egyenletessége terén támasztott követelmények olyan magasak, hogy a korábbi rendszerek és technológiák nagy filmfeketedések esetén kudarcot vallanak, vagy rendkívül hosszú szkennelési időt igényelnek.

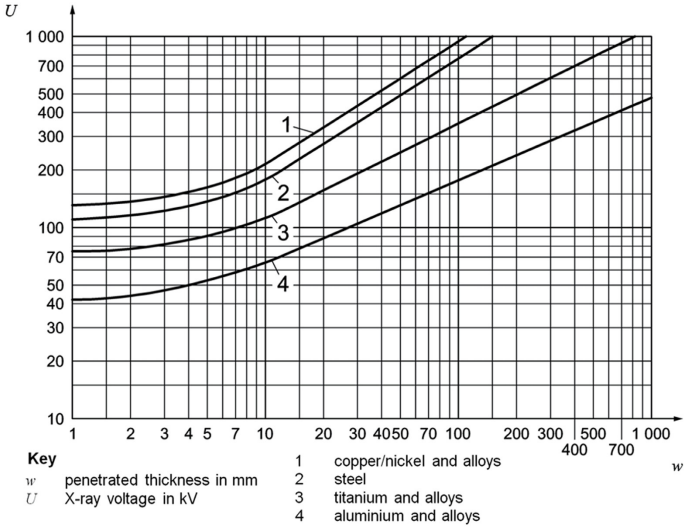
Ez a hiányosság asztrofotográfia, vetítőoptika és HDR képfeldolgozás segítségével pótolható. Az új filmdigitalizáló rendszer D = 5 feketedést ér el 2 % kontrasztérzékenységgel és 40 µm térbeli felbontással, kevesebb, mint 1 perc beolvasási idővel egy 40 x 30 cm-es film esetében.

Ez azt jelenti, hogy a digitális korszakhoz igazított ISO 14096 szabvány minden tekintetben teljesül.

2. A röntgenfilm minősége

A röntgenfilm egy speciális típusú fényképészeti film, amelyet röntgensugarak rögzítésére optimalizáltak. A poliészter hordozófóliát fényérzékeny emulzióval vonják be, amelynek alapja általában ezüst-bromid rendezett ezüstkristály-szerkezettel. A kristályok néhány mikrométeres mérettartománya biztosítja a jó felbontást. Erősítés céljából – különösen magasabb energiák esetén – ólomfóliákat használnak, amelyek vastagsága befolyásolja a kép életlenségét. A maximálisan megengedett energia és a fóliák vastagsága szabványokban van szabályozva, pl. az ISO 17636-1 jelzetűben (1. ábra).

[1] Az eredeti cikk magyar fordítása: Uwe Heike, Klaus Bavendiek: "Normgerechte Film-Digitalisierung bringt Röntgenfilm zur ZfP4.0", Application Award 2025, Az eredeti cikk a következő linken érhető el: https://www.ndt.net/article/dgzfp/pdf/ZfP-Magazin%20196_FB%20Bavendiek_Heike.pdf (Megtekintés dátuma: 2025.11.18)



1. ábra: *Maximálisan megengedett energia és a fóliák vastagsága az ISO 17636-1 szabvány szerint*

Ebből a 2. részben levezetik a digitális képek helyfelbontására vonatkozó követelményeket (1. táblázat).

1. táblázat: *Minden Class A osztályba tartozó technika maximális képélessége*

Képek felbontása Class A: Duplex wire ISO 19232-5		
Áthatolt vastagság, w[a]	Minimális IQI érték és maximális élesség (ISO 19232-5)[b]	Maximális térbeli felbontás (megegyezik a huzalvastagsággal és a huzalok közötti távolsággal)[b]
mm	mm	mm
w≤1,0	D 13 0,10	0,05
1,0<w≤1,5	D 12 0,125	0,063
1,5<w≤2	D 11 0,16	0,08
2<w≤5	D 10 0,20	0,10
5<w≤10	D 9 0,26	0,13
10<w≤25	D 8 0,32	0,16
25<w≤55	D 7 0,40	0,20
55<w≤150	D 6 0,50	0,25
150<w≤250	D 5 0,64	0,32
w>250	D 4 0,80	0,4

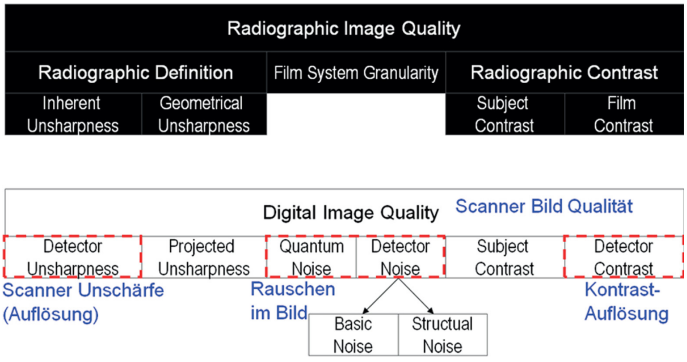
[a] Kettős technikánál, egyetlen kép esetén a névleges vastagságot (t) kell használni a behatolt vastagság (w) helyett.
[b] A rendszer kiválasztásához használt IQI-érték (lásd a C. mellékletet) a kontaktos röntgenfelvételekre vonatkozik. Ha geometriai nagyítási technikát (lásd 7.7) alkalmaznak, az IQI-értéket a megfelelő referencia röntgenfelvételeken kell meghatározni.

A helyfelbontás mellett a kontrasztfelbontás, illetve a dinamikatartomány is fontos. Az ISO 11699-1 több filmosztályt ír le, amelyek különböző érzékenységgel rendelkeznek (a 2-es feketedés eléréséhez szükséges dózis) [1].

A film mögötti fényerősség mértéke hat nagyságrendben változhat. Ellentétben az orvosi alkalmazással, ahol a szövetek sugárterhelését a lehető legkisebb értéken kell tartani, az ipari filmeknél a képminőség áll az előtérben, így csak D=2,0 feketedéstől kezdve kell értékelni. A maximális feketedés körülbelül D < 5-re korlátozódik, mivel ezt az értékelőlámpák kapacitása és az emberi szem érzékelési határai behatárolják.

A képminőség meghatározásához az ISO 19232 szabvány szerinti huzalos vagy lépcsős-furatos képminőségjelzőket használnak. Ha a megkövetelt huzal felismerhető, illetve a furat látható, akkor a képminőség megfelelő. A CR vagy DDA technológiára vonatkozó szabványok további követelményeket tartalmaznak a maximális életlenségre vonatkozóan, amelyek ebben az értelemben a digitalizált filmekre is vonatkoznak.

Az 2. ábrán az ASTM E94 határozza meg a képminőségi paramétereket. A képélességet (radiográfiai felbontást) a film és az alkalmazott erősítőfólia által okozott belső életlenség, valamint a sugárforrás, a vizsgált tárgy és a film elrendezése által okozott geometriai életlenség határozza meg. A másik fontos tényező, a kontraszt, a vizsgált tárgy és a film tulajdonságaiból adódik. A képminőséget



2. ábra: *Röntgenfelvétel minősége – felső rész az ASTM E94-ből*

befolyásolja még a film szemcsézetessége is, amely zajt okoz a képen és ebben a zajban a kis jelek elveszhetnek.

A legjobb filmminőség optimális expozíció mellett néhány µm-es életlenséget és 1:1 000 000 intenzitás-dinamikát eredményezhet.

3. A filmdigitalizálóra vonatkozó követelmények

A filmdigitalizálóra vonatkozó minőségi paraméterek digitális technológiában való érvényesülését a 2. ábra alsó része mutatja. Mivel a felvétel a filmmel már lezárult, kizárólag a piros kerettel jelölt tényezők befolyásolják a folyamatot. Ahhoz, hogy a digitális kép a film összes információját tartalmazza, a paramétereknek minimum a film követelményeinek meg kell felelniük.

A felbontást az optikai képérzékelő pixeleinek mérete és az objektív határozza meg. A kontrasztfelbontást a digitalizálási mélység és a szkenner zajszintje korlátozza.

A radiográfiai felvételen a film feketedése arányos a sugárdózis nagyságával. A film digitális szkennelésének helyes értelmezéséhez szükséges, hogy a digitális szürkeérték (Gw) arányos legyen a film D feketedésével, pl. Gw = 10000 * D. 16 bites felbontással 0 < D < 6,5 feketedési

tartomány fedhető le, ami gyakorlatilag elegendő a kép kiértékeléséhez. A digitalizált intenzitás adatok pozitív képekként jelennek meg. A filmhez hasonló negatív megjelenítéshez a digitális adatokat a szoftvernek invertálnia kell, de a kalibrált szürkeértékeket nem szabad megváltoztatni.

4. A digitalizálási technikák összehasonlítása

Az első kereskedelmi sikert aratott filmdigitalizálók (2000-es évek) lézeres szkennerek. A filmet pontszerű lézersugárral pásztázzák, és egypontos érzékelővel folyamatosan mérik az intenzitást. Ezzel a technikával egy 40 x 30 cm méretű film körülbelül 120 másodperc alatt digitalizálható D = 4 feketedéssel és 2 % kontrasztfelbontással.

2021-ben megjelent az első CCD vonalszkenner, amelyben – a fénymásolók működéséhez hasonlóan – egy teljes sort világítanak meg és olvasnak ki egyszerre. A készülék 1800 másodperc alatt szkennel be egy 40 x 30 cm-es filmet és éri el a 4,5-ös feketedést 2 % kontrasztfelbontással.

Az itt leírt legújabb rendszer felületi megvilágítással működik, hasonlóan a filmértékelő lámpához, és egy felületi kamerával egyszerre rögzíti az egész filmet. A 40 x 30 cm-es film 30 másodperc alatt beolvasható, miközben elérhető a 4,5-ös feketedés és 2 %-os kontrasztfelbontás.

A felületi beolvasás előnye a fénymennyiség / pixel arányban rejlik: a 40 x 30 cm-es, 50 µm pixelméretű film esetében a lézerszkennerek egy pixelt csak 1,2 µs ideig, a vonalszkennerek 9 ms-ig, a felületi szkennerek pedig 59 másodpercig világítanak meg. A felületi szkennerek pixelenként mintegy négy nagyságrenddel több fényt kapnak, így a megfelelő technika alkalmazásával lényegesen kisebb zajjal képesek digitalizálni.

5. Új technikák a filmek digitalizálásához

A film logaritmikus feketedése miatt nagyon nagy kontraszttartománnyal rendelkezik.

A film csak 2-es feketedéstől kerül kiértékelésre, ami viszont a digitalizálandó fénytartományt $10^2 = 100$-szorosára növeli, mivel 2-es feketedés alatt is vannak releváns információk (pl. ólombetűk). A film életlensége egyidejűleg < 10 µm lehet – ez a jelenlegi technológiát használó filmszkennerekkel nem megvalósítható.

Az új filmszkennereknél rendkívül magasak a képérzékelővel szemben támasztott követelmények. A legnagyobb dinamikatartományra az asztrofotózásban van szükség, ahol a csillagok mellett a bolygókat is rögzíteni kell. Ezek a kamerák általában hűtöttek vagy hőmérséklet-stabilizáltak és 16 bites felbontással rendelkeznek. A hűtés alacsony kiolvasási zajt biztosít. A dinamikatartomány mellett a pixelek száma is releváns – például egy 40 x 30 cm méretű, 50 µm pixelméretű film digitalizálásához 8 000 * 6 000 pixel szükséges.

Az extrém magas felbontás csak nagy méretű érzékelővel érhető el, mivel túl kicsi pixelek esetén a lencsék diffrakciós elmosódása korlátozza a felbontást. A legjobb kompromisszumot itt a 24 x 36 mm méretű képérzékelő kínálja 3,76 µm (61 millió pixel) pixelmérettel.

Még a fotózás területén használt csúcskategóriás objektívek sem biztosítják a szükséges élességet a sarkokig. A sík eredetik, például fényképek vagy műalkotások reprodukciójára kifejlesztett repro objektívek precíz élességgel és alacsony torzítással jellemezhetők. A szkennerhez a Rodenstock, Zeiss és Schneider cégek objektívjeit vizsgálták, és csak a Schneider objektív tudta teljesíteni a követelményeket.

A filmdigitalizáláshoz szükséges egyenletes megvilágításra szintén magas követelmények vonatkoznak, ráadásul a fény mennyisége nem lehet olyan nagy, hogy a film felmelegedjen, ezzel esetleg megnyúljon vagy hullámossá váljon. Itt a Kowotest 15 éves tapasztalatára támaszkodhattunk a LED-alapú filmértékelő lámpák terén.

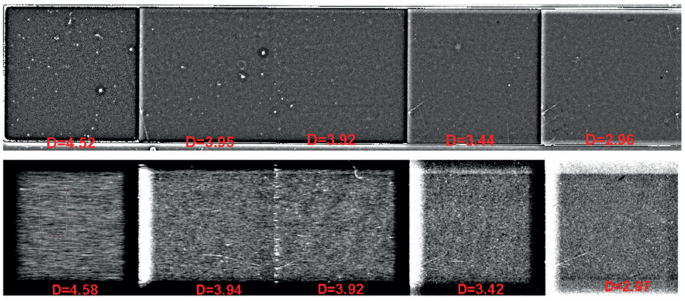
Sajnos, még ez, a részben extrém technika sem elegendő ahhoz, hogy „méltó“ legyen a filmhez.

A fotográfiából ismert HDR-technika alkalmazásával a kép dinamikatartománya 22 bitre nő. Ehhez két képet készítenek 100-szoros expozíciós időkülönbséggel, majd D = 2 sűrűségnél hibamentesen összeillesztik őket.

A megvilágítás elkerülhetetlen egyenetlenségeit a DDA-technikából ismert erősítéskép-technológia kompenzálja, és egyúttal a feketedést is kalibrálja.

Az objektív hosszabb gyújtótávolságra való cseréjével a felbontás 25 µm-re csökkenthető, így a 100 kV alatt exponált filmek is szabványnak megfelelően digitalizálhatók.

6. Példa a technológiák összehasonlítására



3. ábra: *Felületi szkenner (fent) és lézeres szkenner (lent) összehasonlítása**
**A „LASER scanner Array 2905 HD értékelése” című jelentésből, Dr. Uwe Zscherpel, BAM Berlin, 2003.09.02.*

Egy példa szemlélteti a felületi szkenner által elért fejlődést (3. ábra).

A felületeresztő szűrővel szűrt részletek ugyanabból az ASTM E1936 tesztfilmből származnak; a felületi szkenner minőségét a tesztfilmben található hibák és a szemcsésség korlátozza, míg a lézeres szkenner esetében inkább a szkenner határozza meg az elérhető képminőséget.

7. Az ISO 14096 a felülvizsgálat után [2]

Amikor az első szabványt írták az ipari röntgenfilmek digitalizálására, a digitális technika még gyerekcipőben járt. Az első filmszkennerek, a Dupont 1997-ben gyártott „NDT Scan-Manager” már jelentős feketedést tudott elérni, de a térbeli felbontás és a fájlméret is korlátozott volt.

2003-ban megjelent az EN 14096:2003 szabvány. Két táblázatban határozták meg a képminőségre vonatkozó

minimum követelményeket. Az 2. táblázatban a minimális kontraszt-érzékenységet (ΔDCS) határozták meg, a 3. táblázat pedig a helyfelbontásra vonatkozó követelményeket adja meg MTF20%-ban kifejezve (MTF – Modulációs Transzfer Függvény).

A méréshez az ASTM E1936 szabványban leírt „EPRI tesztfilm" (0,5 < D < 4,5) használata javasolt.

Az elmúlt húsz évben sok változás történt a digitális radiográfiában. Az alapvető térbeli felbontás (SRbD) kéthuzalos képminőségjelzővel való mérése felváltotta a bonyolult és hibalehetőségekkel terhelt MTF-mérést. Ráadásul, a digitalizálási technika oly mértékben fejlődött, hogy az EPRI tesztfilm gyengeségei jelentősen befolyásolják az eredményt (lásd 3. ábra). Jobb eredményeket adnak a Kowotest tesztdiagram feketedésszintjei (4. ábra). A digitális detektorokhoz úgynevetett pókháló diagramokat vezettek be, amelyek egy pillantásra megmutatják a detektor erősségeit és gyengeségeit. Ezeket most a filmdigitalizálókra is kiterjesztik, illetve a digitalizálók jelölését is módosítják, amelyben mostantól feltüntetik az elért szkennelési osztályt és az alapvető térbeli felbontást µm-ben. Az a berendezés, amely teljesíti a DS osztály követelményeit és 40 µm alapvető térbeli felbontással rendelkezik, a DS 40 jelölést kapja.

Az 2. táblázatban a kontrasztfelbontásra vonatkozó követelmények nem változtak.

2. táblázat: *A radiográfiai digitalizáló rendszer minimális feketedéstartománya, a minimális kontraszt-érzékenységgel együtt*

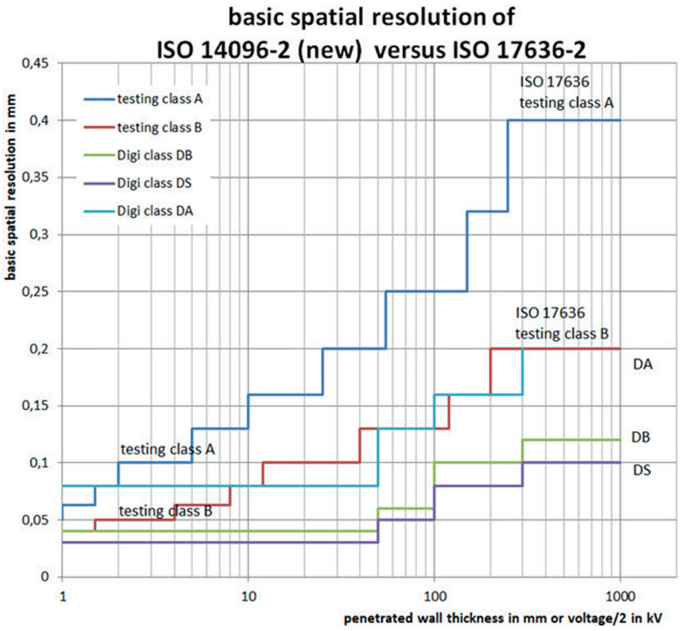
Paraméter	Class DS	Class DB	Class DA
Feketedéstartomány [a] D_R	0,5-4,5	0,5-4,0	0,5-3,5
Digitális felbontás bitben	≥14	≥12	≥12
Sűrűségkontraszt-érzékenység ΔD_{cs} D_R-en belül	≤0,02	≤0,02	≤0,02
[a] Ez a sűrűségtartomány különálló munkatartományokra osztható $D_{WR,i}$.			

A 3. táblázat az SR_b^D-re vonatkozó követelményeket foglalja össze.

3. táblázat: *A filmdigitalizáló rendszerek térbeli felbontásának alapvető korlátai*

Röntgenfeszültség vagy -izotóp	Class DS	CLASS DB	CLASS DA
	SR_b^D µm	SR_b^D µm	SR_b^D µm
≤100 kV	30	40	80
>100 kV, ≤200 kV	50	63	130
>200 kV, ≤600 kV, Se-75, Yb-169	80	100	160
>600 kV, Ir-192, Co-60	100	130	200

Mérési célokra használható egy, a kéthuzalos képminőségjelző képét tartalmazó film, vagy alternatívaként a kéthuzalos képminőségjelző mintáján alapuló, szintetikusan nyomtatott vonalrács.



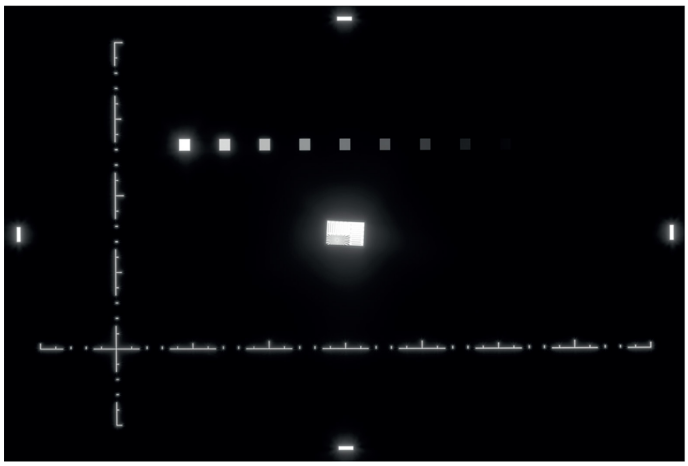
4. ábra: *ISO 17636-2 követelményei*

A 3. táblázat szerinti felbontás teljesíti azt a feltételt, mely szerint az ISO 17636-2 követelményei teljesüljenek (4. ábra) [2].

8. Biztonság a filmdigitalizálás során

A filmdigitalizálás célja gyakran az, hogy a filmet ne kelljen többé archiválni – vagyis a film bekerülhessen az NDT 4.0-ba a digitális technika minden előnyével együtt. Ebben az esetben biztosítani kell a filmszkennerek hibátlan működését.

Eddig a készülékek gyártói külső szolgáltatót bíztak meg a szkennelési minőség tanúsításával. Ez a folyamat több napig is tarthat. Az új szkennerhez a Kowotest az ISO 14096 felülvizsgálata után készített egy tesztábrát (5. ábra), amely lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy akár egy perc alatt elvégezze a minősítést – így a szkennelési minőség igazolása egyszerűen elvégezhető minden szkennelési szakasz előtt és után, majd a film gond nélkül megsemmisíthető.



5. ábra: *Kowotest kontraszt- és térbeli felbontás teszt*

9. A BAM vizsgálatának eredményei

A BAM 2024 áprilisi tesztjelentésében a Kowotest X50 filmszkenner elérte a „DS12.2” minőségi osztályt, 40 µm SR_b^D értékkel [3].
Feketedéstartomány:

$D_{min} = 0$ és $D_{max} > 5{,}5$ 2 % kontrasztfelbontással.

A képen nem találtak digitalizálási hibákat.

10. A szabványnak való megfelelőségi vizsgálat eredményei

A filmszkenner képes teljesíteni az összes szabványos szkennelési osztály követelményeit; a kontrasztfelbontást (ΔDCS) pedig az integrált képkockák száma határozza meg (4. táblázat).

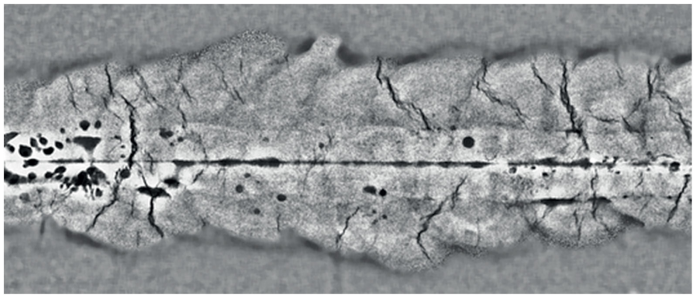
4. táblázat: *Kontrasztfelbontás és az integrált képkockák száma*

	Szám	Pixelméret	iSR_b^D	ΔD_{cs}	Feketedés
	Kép	[µm]	[µm]		
DS>100 kV	12	50	47	0,0177	@ D=4,5
DS>200 kV	12	80	63	0,0187	@ D=4,5
DS>600 kV	12	100	88	0,017	@ D=4,5
DB>100 kV	8	60	52	0,0129	@ D=4,0
DB>200 kV	8	100	85	0,0156	@ D=4,0
DB>600 kV	8	120	100	0,0179	@ D=4,0
Fast	4	46,4	45	0,02	@ D=3,964
Best 24f	24	46,4	45	0,02	@ D=4,728
Best 64f	64	46,4		0,02	@ D=5,029
Best 128f	128	46,4		0,0183	@ D=5,17
DS>100 kV	12	30	42	0,01	@ D=4,5
(EN 2005)					

A felhasználók kérésére a régi szabványváltozatból a 30 µm-es képpontméret is bekerült (a táblázat piros sora). Mindössze 12 kép integrálásával (ami ~21 másodpercig tart), 0,01 ΔDCS érték érhető el – ez kétszer jobb, mint a szabványban előírt érték.

Tesztelési célból a képek számát 128-ra növelték (< 3 perc); így a ΔDCS értéke 0,0183 lett a tesztábra maximális, D = 5,17 feketedésénél.

Extrém esetként a BAM5 hegesztési varrat képét ávilágították az alapanyagban mért D = 6,2 feketedésig – a digitalizált képen minden szükséges részlet látható maradt (6. ábra).



6. ábra: *Kivágás a BAM5 hegesztési varratból, D = 6,2*

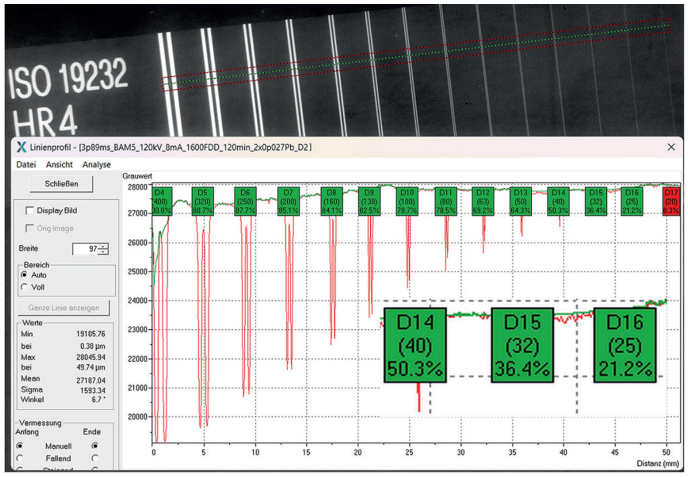
11. A szkennelési idők javítása

A filmdigitalizálás átbocsátási sebességének növelése érdekében bevezették a maszktechnikát. Ezzel például egy 10 x 24 cm-es filmből négy darab szkennelhető egyszerre. A kimeneti digitális képek egymás után jelennek meg a felhasználó számára úgy, mintha azokat egyenként helyezte volna be, így egy 10 x 24 cm-es film szkennelési ideje csak 6 másodperc. A mérések azt mutatták, hogy egy képzett felhasználó egy óra alatt 150 filmet tud digitalizálni DS osztályban.

12. Az alap térbeli felbontás (SR_b^D) javítása

A felbontás növelése érdekében a beépített objektív cserélhető másik, hosszabb gyújtótávolságú objektívre. Ezzel a térbeli felbontás 25 µm-re javul.

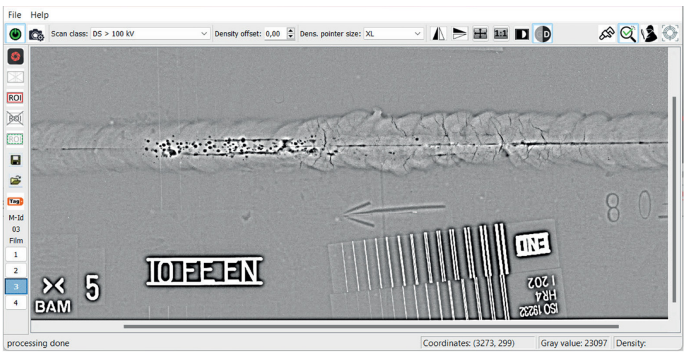
A felbontás növelésének megvan a maga ára: a beolvasott felületet csökkenteni kell, egy időben csak egy 10 x 24 cm-es film szkennelhető, viszont így teljesíti az ISO 14096 szerinti DS 25 osztályt, amelyet eddig egyetlen, a piacon lévő készülék sem ért el.



7. ábra: *A vonalprofil-értékelés 21,2 % felbontást mutat a 25 µm-es kettős huzal esetében (ISO 19232 – HR4)*

13. További funkciók

- A képek 16 bites TIFF vagy DICONDE formátumban menthetők – akár mindkettőben.
- A címke-szerkesztővel be lehet vinni a képekhez szükséges DICONDE-címkéket.



8. ábra: *A felületeresztő szűrővel kezelt kép a legkisebb képhibát is képes megmutatni*

- A porérzékelő funkció jelzi, ha az utolsó kalibrálás óta szösz vagy por halmozódott fel a szkennerben.
- Az élőkép funkcióval beállítható a lencse optimális élessége.
- A minőség-ellenőrzés funkció lehetővé teszi a szkennelési minőség gyors ellenőrzését egy felülátereszto szűrővel szűrt kép alapján (8. ábra).

14.Érdekesség

A Reichs-Röntgenstelle első előadás-sorozatában, 1937. június 25-én (első DGZfP-szimpózium) vezetője, Dr. Berthold [4] a következőket írja:

> "Im großen und grazen kann man die methodische Entwicklung auf dem Gebeit der Röntgendurchstrahlung als abgeschlossen betrachten. Apparativ wären noch weiter gehende Vereinfachungen, insbesondere die Herabsetzung der Gewichte im Interesse der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens außerhalb der Laboratorien erwünscht."

Magyarul:

> *Általánosságban elmondható, hogy a röntgenradiográfia területén a módszertani fejlesztés befejezettnek tekinthető. A berendezések további egyszerűsítése, különösen a súlycsökkentés, kívánatos lenne a laboratóriumokon kívüli eljárás költséghatékonyságának javítása érdekében.*

Általánosságban elmondható, hogy a röntgenképalkotás területén a módszertani fejlesztések befejeződtek. A berendezések tekintetében további egyszerűsítések lennének kívánatosak, különösen a súly csökkentésére a laboratóriumokon kívüli használat költséghatékonyságának javítása érdekében.

Csak a modern digitalizálásnak köszönhetően lehet teljes mértékben kihasználni a röntgenfilmek potenciálját, mivel a 4-nél nagyobb feketedéseket alig lehetett kiértékelni az átvilágító lámpákkal– többek között azért is, hogy a film ne sérüljön meg a megvilágításból származó fényfotonok energiája által okozott hő hatására.

Hivatkozások

[1] The EN584 Standard for the Classification of Industrial Radiography Films and ist Use in Radiographic Modelling
A. Schumm, EDF – R&D SINETICS, Franciaország; U. Zscherpel: BAM, Németország; 6. Nemzetközi NDE Konferencia, 2007. október, Budapest,
Magyarország

[2] 20 years after – revision of ISO 14096 NDT film digitalization & available hardware in the light of NDT 4.0
Dr. Uwe Zscherpel, DIR2025 Párizs, 2.7.25

[3] Characterization of a NDT film digitization system „KOWOSCAN X50" according to DIN EN ISO 14096:2020
Dr. Uwe Zscherpel; BAM hivatkozások DL 24006700 & tesztjelentés 8./9024

[4] 1. Vortragsreihe der Reichs-Röntgenstelle beim Staatlichen Materialprüfamt Berlin-Dahlem am25. Juni 1937, Verlag Chemie GmbH, Berlin, W35

A cikkel kapcsolatos további információkért keresse a KE-TECH munkatársait!

web: www.ketech.hu

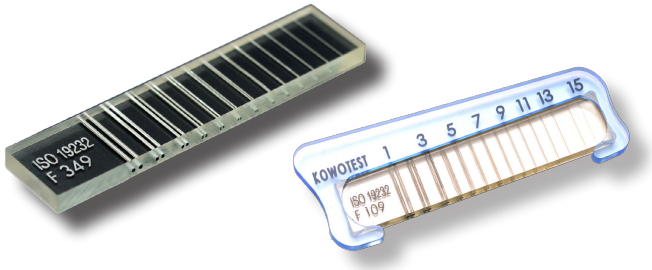
telefon: +3612900151

ISSN: 1215-8410

DUPLEX IQI

Kéthuzalos képminőségjelző (IQI)

Digitális radiográfia felvételek alapvető térbeli felbontásának és életlenségének kiértékelése



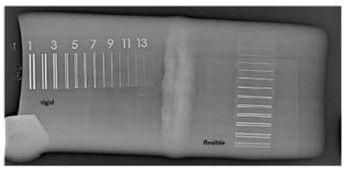
Képminőségjelző alapvető térbeli felbontás értékeléséhez

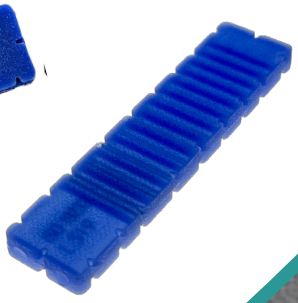
A kéthuzalos (duplex) IQI számos radiográfiai alkalmazási területen hasznos, különösen digitális felvételeknél. A röntgenfilmek teljes képéletlenségének értékelésére tervezték, jelenleg elsősorban a digitális felvételek alapvető térbeli felbontásának értékelésére használják az EN 13068, az ISO 16371 vagy az ASTM E2445, az ASTM E2446 és ASTM E2597 és az ASTM E2737 szabványok szerint.

Kéthuzalos flexibilis IQI

A kéthuzalos IQI flexibilis változatban is elérhető. Ez a változat ugyanazokat a műszaki tulajdonságokat kínálja mint a standard modell, de hajlítható, így különösen alkalmas hajlékony detektorokkal végzett, hajlított vizsgálati felületen történő használatra.

A világon az első hajlítható verzió!





Forgalmazó:

KE-TECH Kft.
web: www.ketech.hu
tel.: +3612900151
e-mail: ketech@ketech.hu

KE-TECH

KE KOWOTEST

Az European Structural Integriry Society (ESIS) Magyar Nemzeti Bizottságának új elnöke: Dr. Mankovits Tamás

New President of the Hungarian National Committee of the European Structural Integrity Society (ESIS): Dr. Tamás Mankovits

Az Európai Szerkezetintegritási Társaság (ESIS) a holland H. Van Elst vezetésével alakult meg 1977-ben. Őt H. Larsson (1988-1992), majd a D. Francois (1992-2000), K. Miller (2000-2002), A. Carpinterri (2002-2006), E. E. Gdoutos (2006-2010), L. Blanks-Siils (2010-2018, F. Iacoviello (2018-2022) követte. A jelenlegi elnök a Belgrádban élő A. Sedmak 2022-től, akinek édesapja Stoján Sedmak is nagyon sokat tett a szakmai közösség összefogásáért és nemzetközi sikereiért. A hazai tagszervezetet Czoboly Ernő (BME) allapította és töltötte be a Magyar Nemzeti Bizottság elnöki szerepét 1980-1994 között. Őt követte Tóth László 20 éven át (1994-2014), majd Trampus Péter 2014-től egészen halálig (2025-ig). A két utóbbi elnök kezdeményezésével és aktív részvételével a Debreceni Egyetem Műszaki Karán megszervezésre került a Mankovits Tamás vezette Gépészmérnöki Tanszék égisze alatt a Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló szakmérnök szakirányú továbbképzés, amelynek harmadik évfolyama az idén végez. Az eddigi sikerek jogosították fel az ESIS MNB eddigi tagjait, hogy Mankovits Tamást válasszák meg új elnöküknek azzal a kimondott feladattal és céllal, hogy a szerkezetintegritás szakmai területe egyrészt földrajzilag diverzifikálódjon, másrészt a művelők tábora növekedjen. Mindez sikeresen már az idén is megvalósult, hiszen az ESIS MNB tagjainak létszáma 2025-ben már 20 fölé emelkedett. Így hazánk stabil képviselete az ESIS munkájában már eleve biztosított lett. A titkári teendők továbbra is Dr. Szávai Szabolcs, a MAROVISZ megválasztott elnöke látja el.

Az új elnök, Mankovits Tamás 1981-ben született Miskolcon. Itt végezte gimnáziumi tanulmányait a Fráter György Katolikus Gimnáziumban. Az érettségi megszerzése után felvételt nyert a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar gépészmérnöki szakára 1999-ben. 2004-ben kiváló eredménnyel szerzett gépészmérnöki oklevelet Anyagáramlási és logisztikai szakirányon. Diplomamunkáját a Gépipari Tudományos Egyesület Kiss Lajos díjjal jutalmazta.

A tanulmányai során került közelebbi kapcsolatba a végeselem-módszerrel és a Mechanika Tanszékkel, ahol 2004-ben megkezdte PhD tanulmányait. Kutatási témája Gumialkatrészek alakoptimalizálása volt. PhD hallgatóként gyakorlatot tartott Statikából és Szilárdságtanból. Az új feladatok Debrecenbe szólították, ahol a Debreceni Egyetem Műszaki Kar Gépészmérnöki Tanszékén előbb tudományos segédmunkatársként dolgozott, majd végig járva a ranglétrát 2015-ben egyetemi docens lett. Eközben summa cum laude minősítéssel PhD fokozatot szerzett a Miskolci Egyetem Sályi István Gépészeti Tudományok Doktori Iskolában.

Nevéhez köthető a 2015-ben bevezetett gépészmérnöki duális képzés Debrecenben tanszékvezető-helyettesként, amely azóta is nagy sikerrel működik. 2015-ben a Gépészmérnöki Tanszék tanszékvezetővé választotta. Ezután szakfelelőse lett a gépészmérnöki alap- és mesterszakoknak. 2019-ben a vezetésével megalapításra került a Polimertechnológiai szakmérnöki, a Gépészeti szimulációs szakmérnöki szakok, majd 2020-ban, a Dr. Trampus Péter által vezetett Magyar Roncsolásments Vizsgálati Szövetséggel együttműködve, kidolgozásra és elindítása került a Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló szakmérnök szakirányú továbbképzés is. Dr. Trampus Péterrel haláláig dolgozott együtt a Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló szakmérnöki szak megvalósításában és fejlesztésében. Mindhárom szakmérnöki szak jelenleg is sikerrel fut.

2015-ben témavezető lett a Debreceni Egyetem Informatikai Tudományok Doktori Iskolában, ahol témavezetésével Huri Dávid 2023-ben fokozatot, Rashwan Alkentar PhD hallgatója a védés előtt áll. 2025-ben 3 PhD hallgató kezdte meg tanulmányait a vezetésével. 2024-ben habilitált a Miskolci Egyetemen gépészeti tudományokban, ugyanebben az évben pedig a Debreceni Egyetem Pekár Imre Gépészeti Tudományok Doktori Iskola törzstagja lett.

Három alkalommal nyerte el a Debreceni Egyetem Műszaki Kar Publikációs díját, de munkásságának elismerésként Rektori elismerő oklevelet, valamint Dékáni dicséretet is kapott.

Magyar és angol nyelven is oktat, tárgyfelelőse többek között a Szilárdságtan, a CAD rendszerek és a Végeselem-módszer tantárgyaknak.

Több pályázat sikeres megvalósítója és vezetője. Számos nemzetközi kapcsolatot alakított ki, köztük is kiemelkedő a linzi Johannes Kepler University-vel, a University of Belgrade-dal elnyert projektek, amelyek fő fókusza a mérnöki szerkezetek végeselemes vizsgálata és optimalizálása.

2015-ben lett az MTA Köztestületének, valamint a Szilárd Testek Mechanikája Tudományos Bizottságnak a tagja, 2017-ben pedig az MTA Debreceni Akadémiai Bizottság Gépészeti Munkacsoportjának társelnöke. 2022-től a Magyar Anyagvizsgálók Egyesületének elnökségi tagja, 2024-től a Gépipari Tudományos Egyesület regionális alelnöke.

2013-ban hozta létre az International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering (ISCAME) rendezvényt, amely idén novemberben immáron 11. alkalommal kerül megrendezésre és elmondható, hogy Magyarországon a legnagyobb létszámú gépészeti konferenciájává nőtte ki magát.

Jelenlegi kutatási területe: különböző mérnöki szerkezetek (pl. cellás szerkezetű 3D nyomtatott titán csípőimplantátum szár, zártcellás alumíniumhabok, gumialkatrészek) végeselem-módszerrel és gépi tanulással támogatott optimalizálása.

Szerkesztőségi munkái tudományos művek kiadásában:

2025 - társelnök, EUROMECH Colloquia - Addressing Challenges in Applied Mechanics through Artificial Intelligence Applications
2024 - szerkesztőbizottsági tag, GÉP folyóirat
2022 - tudományos bizottsági tag, Országos Anyagtudományi Konferencia (OATK)
2020 - programbizottsági tag, Int. Conf. on Applied Informatics (ICAI)
2020 - tudományos bizottsági tag, Int. Conf. on Vehicle and Automotive Eng. (VAE)
2019 - tudományos bizottsági tag, Int. Conf. on Mach. and Ind. Des. in Mech. Eng. (KOD)
2019 - tudományos bizottsági tag, Nemzetközi Gépészeti Konferencia (OGÉT)
2017 - rovatvezető, Int. Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)
2014 - szerkesztőbizottsági tag, Int. Review of Applied Sciences and Eng. (IRASE)
2013 - szervezőbizottsági elnök, Int. Sci. Conf. on Advances in Mech. Eng. (ISCAME)

Nős, egy 14 éves fiúgyermek boldog apja.

Bízunk abban, hogy a mintegy fél évszáda hazánkban meggyökeresedett új szakmai területet az új elnök „terebélyes fává növeszti". Ehhez kívánok sok energiát és nagyon jó egészséget mind a magam, mind pedig az egyre növekvő szakmai közösség tagjai nevében.

Tóth László
ny. egyetemi tanár,
felelős szerkesztő

Trampus Péter Emléknap
Tiszteletadó és megemlékező Rendezvény

Az Emlékülés helyszíne: Paks, Erzsébet Nagy Szálloda Bálterme
Időpont: 2026.04.16. (csütörtök)
Fő szervezők: A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség és az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
Pénzügyi támogató: Paksi Atomerőmű Zrt.

A Trampus emléknap szervezőbizottsága ez úton tájékoztatja a megemlékezni kívánó kollégákat, barátokat és tisztelőket, hogy 2026. április 16-án Trampus Péter emléknapot tartunk, amelyen közösen idézzük fel szakmai örökségét, emberi nagyságát és maradandó hatását a magyar és nemzetközi nukleáris közösségben. A rendezvény célja, hogy méltó módon hajtsunk fejet munkássága előtt, és teret adjunk mindazoknak, akik személyes vagy szakmai kötődésük révén megőrizték emlékét.

A rendezvényen családtagjai, a hazai és a nemzetközi nukleáris ipar képviselői, különböző szakmai egyesületek, hazai kutatóintézetek, kollégák, barátok és pályatársai visszaemlékezésekkel tisztelegnek emléke előtt. A megemlékezés célja, hogy méltó módon adjunk hálát Trampus Péter szakmai elhivatottságáért és közösségformáló személyiségéért.

További információk az alábbi honlapon lesznek elérhetők:

https://trampusemleknap.hu/

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (MAROVISZ) új elnöke: Dr. Szávai Szabolcs gépészmérnök

New president of the Hungarian Non-Destructive Testing Association (MAROVISZ): Dr. Szabolcs Szávai, mechanical engineer

Prof. Dr. Trampus Péter 2025. április 12-én bekövetkezett megdöbbentő halála miatt rendkívüli, tisztújító közgyűlést hívott össze a MAROVISZ 2025. szeptember 10-ére alapvetően két napirendi pontra fókuszálva.

Az egyik a szövetség alapszabályának módosítása, melynek célja a szervezet működtetésének egyszerűsítése, gördülékenyebbé tétele a jelen kor nyújtotta informatikai módszerek, eszközök használatával.

A másik napirendi pont a szövetség további működésének folytatásához kötődő tisztújítás volt. A Jelölő Bizottság javaslatát a Közgyűlés résztvevői egyhangúan támogatták (1 – formai hibás, érvénytelen – szavazattal). E döntés alapján az új MAROVISZ elnök Dr. Szávai Szabolcs, akinek mandátuma a jelenlegi Elnökség mandátumának tartama. Álljon itt életének, munkásságának rövid összefoglalása:

A hajdan a magyar ipar fellegvárát jelentő miskolci gépipar és kohászat, amelyben Dr. Szávai Szabolcs gyökerei több generációra visszamenően erednek, munkássága több mint két és fél évtizedes tapasztalatra épül a kritikus mérnöki szerkezetek, különösen a nyomástartó berendezések és csővezetékek biztonságos üzemeltetése és élettartam-menedzsmentje terén. Kutatói érdeklődésének középpontjában a szerkezetintegritási értékelések fejlett, numerikus modellezésre épülő módszertanainak fejlesztése áll, az utóbbi években a digitális technológiák, például a mesterséges intelligencia (AI) és a digitális valóság mérnöki alkalmazásának előmozdítására összpontosít. Pályafutása szorosan kötődik a Miskolci Egyetemhez, ahol már 1995-ben, a diploma megszerzését követően PhD hallgatóként folytatta tanulmányait a Sályi István Gépészeti Tudományok Doktori Iskolában. Nemzetközi kutatási tapasztalatokat szerzett Monbusho ösztöndíjjal a japán Okayama Egyetemen (1997-1999), ahol másfél évet töltött kutatómunkával a termo-elasztohidrodinamikus kenéselmélet és az adaptív p-verziós végeselemes modellezés területén. Egyetemi pályafutását megszakítva, 2000-ben a Bay Zoltán Nonprofit Kft. munkatársa lett, ahol a korszerű numerikus mérnöki modellezés területén bontakoztatta ki képességeit, az általam alapított és hazánkban először létrejött Szerkezetintegritás Osztályon, melyet végül 12 évig vezetett. Azóta kísérem figyelemmel és támogatom munkáját és előrehaladását szakmai és tudományos vonalon egyaránt. Tudományos munkatársként indult, dolgozott többek között a vegyi és erőművi, járműipari, műanyagipari hazai és nemzetközi projekteken, munkatársaival létrehozta a Digitális Valóság és a korszerű Tribológiai és Hajtásláncvizsgálati Laboratóriumokat, végül a mai napig leginkább BAY-LOGI-ként közismert, Bay Mérnöki Divízió igazgatója volt, ahonnan az AEMI Atomenergia Mérnökiroda Kft. Műszaki Divíziójához távozott, melynek vezetője.

Eredményei nem csupán egy egyén, hanem a körülötte lévő alkotó közösség közös sikere. Kollégáival jelentős tudományos tapasztalatot szereztek a nukleáris létesítmények üzemidő-hosszabbítási, öregedéskezelési és engedélyezést támogató nagyprojektjeiben, eredményesen működtek közre a Paksi Atomerőmű üzemidő-hosszabbítását megalapozó mérnöki elemzésekben. A hazai ipart támogató munkájuk mellett, aktívan részt vettek és vesznek számos, az EURATOM keretében finanszírozott európai kutatási projektekben a NuLife, NUGENIA, majd az SNETP (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform) együttműködések részeként és az ENIQ (European network for inspection and qualification) munkájában, hidat teremtve üzemeltetők, beszállítók, minősítők és kutatóhelyek között. A csapat szerepvállalásának részeként Szávai Szabolcs tagja az SNETP titkárságának és az ENIQ SAE (Sub-Area for Inspection Effectiveness) szakbizottság titkári teendőit is ellátja, valamint aktív tagja az ESIS-nek (European Structural Integrity Society), melynek az ez idáig Dr. Trampus Péter professzor úr elnökölt magyar csoportjának titkára. Mivel az AEMI a kezdetektől tagja a kis moduláris atomerőművek fejlesztését koordináló európai SMR ipari szövetségnek és a cég képviseletében, annak több munkacsoportjában is aktívan részt vesz, emellett szerepet kapott az európai SET (Strategic Energy Technology) terv aktualizálásában is, ahol az IWG10 (Nuclear Safety) képviseletében a digitalizációval kapcsolatos kérdésekben a TF3 munkájában működik közre.

Ezen platformokon végzett munkájuk révén mélyreható ismeretekkel rendelkeznek a nemzetközi kutatási trendekről és a legkorszerűbb állapotfelmérési és anyagvizsgálati eljárásokról, valamint jól mutatja nemzetközi elismertségüket és a nukleáris kutatási közösségben betöltött aktív szerepüket. Természetesen kollégáival a hazai közösségben lévő szerepvállalásaik is említésre méltók. Ilyen például a Szerkezetintegritási Tudományos Tanácsadó Testületi tagság, továbbá az AEMI új divíziójából másodmagával a Magyar Mérnöki Kamara regisztrált szakértőiként vesznek részt a Paks II-vel kapcsolatos szakértői tevékenységekben, valamint a Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbítást támogató Gépészeti Szakértői Testület munkájában.

Az elmúlt 25 évben munkáiknak túlnyomó része az öregedéssel összefüggő mechanikai jelenségek ipari értelmezésére és mérnöki kezelésére fókuszált. Ezek során a szerkezetintegritás, hibatűrés, fáradás és hő-mechanikai igénybevételek, duzzadás, kúszás, valamint a kockázatalapú állapotellenőrzés (RI-ISI) és a roncsolásmentes vizsgálatokat támogató fejlett numerikus hegesztéstechnológiai elemzések, korszerű fázisvezérelt ultrahangos vizsgálatok modellezésének fejlesztése és hatásosságának értékelése területén oldottak meg sikeresen összetett alkalmazásorientált gyakorlati és kutatási feladatokat. Közvetlen kollégája által kidolgozott komplex szimulációs megoldásaikkal nemcsak hazai, hanem nemzetközi szinten is elismertséget szereztek maguknak.

Roncsolásmentes vizsgálatokhoz kapcsolódóan kiemelendő a MAPAID (Modelling and Application of Phased Array ultrasonic Inspection of Dissimilar metal welds), valamint az ADVISE (Advanced Inspection of Complex Structures) EU projektek, ahol heterogén hegesztett kötések PAUT vizsgálatának kérdéseit kutatták vezető európai intézetekkel közösen. Ennek részeként felépítették a CIVA és más szoftverekre épülő, nemzetközileg elismert roncsolásmentes modellezési kompetenciát. Napjaink kihívására válaszul a csapatuk, ipari partnerrel közösen kidolgozta a röntgenfilmek mesterséges intelligenciával történő elemzésének módszertanát és annak szoftveres implementációját.

A korábbi, már-már túl széles, többek között a vegyi és erőművi ipart, járműipart, műanyagipart felölelő iparági spektrum helyett, kollégáival ma már koncentráltabban, leginkább a nyomástartó berendezések területén végzik munkájukat az AEMI Műszaki Divízióján belül. Figyelmük kiterjed a digitális technológiák, például az NDE4.0, a mesterséges intelligencia (AI) és a digitális valóság mérnöki alkalmazásának előmozdítására a roncsolásmentes vizsgálatok kiértékelésének, a szerkezetek állapotfelügyeletének, prediktív karbantartásának területén. Megközelítésük következetesen csapatközpontú, az eredmény a digitalizációt, szimulációt, a kiértékelést és a minőségbiztosítást összehangoltan végző kollégák közös teljesítménye. A roncsolásmentes vizsgálatok támogatása iránti elkötelezettségüket jelzi, hogy a közelmúltban az AEMI a MAROVISZ tagjai közé lépett.

Egy kutatóműhely sikerességének egyik fokmérője a sikeres projektek mellett a publikációs megjelenése, a tudománymetrikai mutatók is. A modern műszaki és tudományos kutatás, különösen a nukleáris mérnöki és roncsolásmentes anyagvizsgálati területen, szinte mindig a multidiszciplináris csapatmunka eredménye, melyek a közös gondolkodás és szakmai kapcsolatok erejét tükrözik. Ilyenek például az alábbi, NDE-hez kapcsolódó cikkeik:

- Kalkowski Michał K.; Bézi Zoltán; Lowe Michael J. S.; Schumm Andreas; Spisák Bernadett; Szávai Szabolcs: Supporting Imaging of Austenitic Welds with Finite Element Welding Simulation – Which Parameters Matter? APPLIED SCIENCES-BASEL 13 : 13 Paper: 7448 , 29 p. (2023)
- Takács Csaba; Spisák Bernadett; Szávai Szabolcs: Az APR vizsgálati eljárás alkalmazhatósága atomerőművi gőzfejlesztő csövek esetében; ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA 2022 : 4 pp. 7-14. , 8 p.
- Szávai Szabolcs, Dudra Judit, Erdei Réka: NDE 4.0 szerepe és lehetőségei; ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA 2023 : 2 pp. 12-15. , 4 p.
- DUDRA Judit, ZSÍROS Zsombor, MARGITAI Péter, PATAKI Márton, SZÁVAI Szabolcs, MATÓK Viktor, BALOGH Csilla, VICZENA Julianna, BÉRES Bence: Mesterséges Intelligencia alkalmazása a képalkotó vizsgálatok értékelésében ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA 2023 : 4 pp. 23-28., 6 p. (2022)

A kutatócsoport tagjaként, MTMT adatbázis szerint, Szávai Szabolcs közel 300 publikáció szerzője vagy társszerzője. Tudománymetrikai mutatói is kiemelkedőek: összesített impakt faktor 42,483, H-indexe 9, független idézőinek száma 250. Ezek a mutatók és publikációk egy kiterjedt és rendkívül termékeny kutatási hálózatot jeleznek, és egy közösség, csapat tudományos kiválóságát és a szakterületén elért eredményeit egyértelműen bizonyítják, amelynek aktív tagja. A Miskolcon működő divízióban elkötelezett munka folyik a szakterület hazai közösségének szakmai támogatására. Ennek szép példája, hogy a divízió munkatársai aktívan és önzetlenül közreműködnek az Anyagvizsgálók Lapja szerkesztésében és kiadásában is, ezzel is támogatva a magyar roncsolásmentes vizsgálók közösségét.

Mindeközben és a fentiekhez szervesen illeszkedve, Szávai Szabolcsnak az almamáterével való kapcsolata sem szakadt meg. Dr. Tisza Miklós professzor hívására 2010-től az Anyagszerkezettani és Anyagtechnológiai Intézet, korábbi nevén Mechanikai Technológiai Tanszék részállású adjunktusa, majd 2015-től docens a Gép- és Terméktervezési Intézetben. Oktatási tevékenysége széles spektrumot ölel fel, többek között az Anyagismeret és technológia, Anyagtudomány, Anyagvizsgálat, Gépészmérnöki alapismeretek, Gépelemek, valamint a Tribológia tárgyakat oktatta és oktatja. Doktori értekezését 2012-ben védte meg summa cum laude minősítéssel. Tudományos munkájáért 2012-ben elnyerte a MAB-FUX tudományos díjat, 2013-2014 között Magyary Zoltán Posztdoktori Ösztöndíjat, 2017-2020 között Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat.

Az Egyetemen végzett oktatói-témavezetői tevékenysége egyben a szakma jövőjébe, utánpótlásába való befektetés. A Sályi István Gépészeti Tudományok Doktori Iskola több hallgatója kezdhetett kutatásokat a szakmai közösség tématerületén, kapcsolódhattak be nemzetközi kutatásokba a kutatócsoport tagjaként. A már témavezetett doktoranduszok közül, így már többen PhD fokozatot szereztek, és jelenleg is több doktorandusz munkáját irányítja. Ugyancsak ennek a része a TDK-dolgozatok és diplomamunkák támogatása, rendszeres oktatás szakmérnökök képzésében, mint például az Atomerőmű-üzemeltetői szakmérnöki, Forgógépüzemeltetési és -karbantartási szakmérnöki, Szerkezetintegritási és Roncsolásmentes

vizsgáló szakmérnöki képzések. Az egyetemi világon kívülről érkező témavezetői tevékenység dokumentálhatóan elősegíti a tudományos utánpótlás nevelését és ezáltal megtérülő befektetés. Az egyetemi képzés minden szintjéről találhatunk kollégákat, akik korábban a Bay, majd az AEMI divíziójának értékes tagjaként folytatták szakmai pályafutásukat vagy indultak el a pályájukon.

Szávai Szabolcs megválasztása a MAROVISZ élére egy új fejezet kezdete, amelynek alapjait a közös sikerek adják, és amelynek célja a magyar roncsolásmentes anyagvizsgálati közösség egészének előmozdítása. Elnökként célja a szakmai közösség további erősítése: a kvalifikált vizsgálati gyakorlat terjesztése, a modellalapú és adatvezérelt eszközök beemelése a mindennapokba, és a fiatal mérnökök bevonása. A MAROVISZ jövőjének hangsúlyos eleme kell legyen a műhelymunka és a tudásmegosztás, hogy a hazai tapasztalat továbbra is látható és megbecsült maradjon az európai színtéren.

Munkájához sok sikert és energiát!

Tóth László
felelős szerkesztő

Mesterséges intelligencia alapú karbantartást támogató szoftver fejlesztése

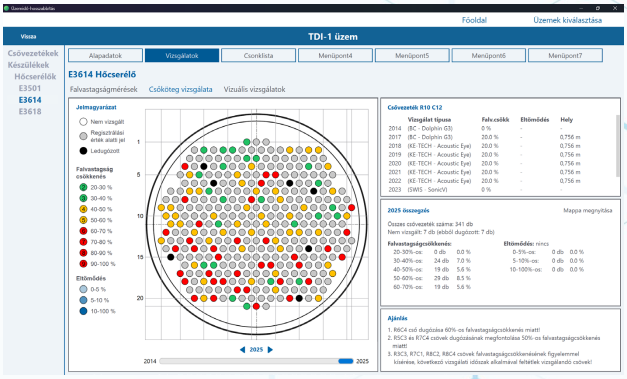
Az AEMI Kft. Műszaki Divíziója a közelmúltban mutatta be az általa a digitális karbantartási platform részeként fejlesztett, mesterséges intelligencia alapú karbantartást támogató szoftvert, mely lehetővé teszi a teljes üzem berendezéseinek átlátható, adatvezérelt és hosszú távon fenntartható karbantartásirányítását.

A rendszer egy *központi, struktúrált berendezés-specifikus gyorsítótár* tárolja minden berendezés műszaki, tervezési és karbantartási adatait. A beépített OCR- és képfelismerő algoritmusok képesek automatikusan azonosítani és rekonstruálni a táblázatokat, műszaki adatokat, hegesztési és vizsgálati jegyzőkönyveket, így ezek automatikusan digitalizálhatók, kereshető struktúrába rendezhetők.

A *beépített karbantartási modul* összekapcsolja az élettartam alatt keletkezett, berendezésekre vonatkozó specifikus és egyéb információkat (rajzok, gépkönyvi és egyéb vizsgálati dokumentációk). A trendek megjelenítésével, valamint az eltérések automatikus kiértékelésével a rendszer előre jelzi a kockázatokat és karbantartási javaslatokat ad az adatok elemzésével.

Legfontosabb előnyök:

- *Intelligens, adatvezérelt karbantartási és döntéstámogatási folyamatok.*
- *Gyors adatvisszakeresés, jelentős adminisztráció-csökkentés.*
- *Teljes életciklus-követés, átlátható üzem- és vizsgálattörténet.*
- *Több évnyi állapotváltozás vizuális összehasonlíthatósága.*
- *Automatizált értékelés és egyértelmű karbantartási javaslatok.*
- *Költséghatékony, célzott beavatkozások a felesleges karbantartások helyett.*



Az AEMI digitális karbantartási platformja egyetlen, egységes rendszerben támogatja a dokumentációkezelést, a vizsgálatok integrációját, a tervezést, a riportálást és a döntéshozatalt – modern, megbízható és innovatív megoldást kínálva vegyipari és ipari üzemek számára.

AEMI Atomenergia Mérnökiroda Kft - Műszaki divízió
3525 Miskolc, Kazinczy Ferenc utca 13 1/3.
info.tech@aemi.hu
https://aemi.hu/muszaki-divizio/

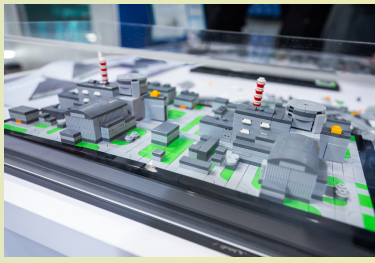
Magyar kiállítói stand a WNE "Word Nuclear Exhibition 2025" Kiállításon

A kétévente megrendezésre kerülő Word Nuclear Exhibition WNE kiállításon idén első alkalommal mutatkozott be magyar pavilonnal a hazai nukleáris ipar – központi szereplőként a HEPA Magyar Exportfejlesztési Ügynökség (HEPA) koordinálásában –, amely lehetőséget teremtett magyar cégek számára, hogy nemzetközi közönség előtt mutassák be fejlesztéseiket, innovációikat.

A kiállítók az alábbi hazai vállalatok képviseltették magukat:

- **Paks II. Atomerőmű Zrt.**
- **Trinoor EMEA Kft.**
- **R&R Software Zrt.**
- **MVM EGI Zrt.**
- **HEPENIX Műszaki Szolgáltató Kft.**
- **AEMI Atomenergia Mérnökiroda Kft.**
- **HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont**

Ezek a társaságok a nukleáris iparág különböző területein — az erőmű-üzemeltetéstől és mérnöki tervezéstől az informatikai szoftvermegoldásokig — kínálták szolgáltatásaikat és megoldásaikat.



További képek és videók a rendezvényről a honlapon:

https://www.world-nuclear-exhibition.com

Bay Zoltán 125 Konferencia Gyulaváriban

Bay Zoltán 125 Conference in Gyulavári

Márki-Zay Lajos fizikus és csillagász szervezésében igen tartalmas és nagyszerű rendezvény tisztelgett Bay Zoltán (1900.07.24., Gyulavári - 1992.10.04., Washington) – 125. születésnapjának. A megemlékezésre az ünnepelt édesapja, Bay József által építtetett és 1892-ben átadott[1] Református Templom adott helyet, ahol a jelenlegi lelkész, Hegedűs István[2] felolvasta a templom „sisak-gömbjében” megtalált templomépítész lelkész, Bay József üzenetét, a késői utódok számára, amelyet 1892. július 24-én helyezett el.

Márky-Zay Lajos, a Bay Zoltán 125 rendezvény szervezője

Még csupán véletlenségből sem szeretnék a szervező igencsak kiváló és sokrétű munkájából egyetlen morzsát sem elvenni, inkább olvassák magát a programot:

- **Márki-Zay Lajos:** A szülőhely varázsa
- **Dr. Ferencz Orsolya** VIDEO üzenete
- **Dr. Seller Rudolf:** A Holdvisszhang öröksége a BME-n
- **Dr. Kádár György:** Bay Zoltánnal Amerikában
- **Dr. Bálint Erzsébet:** Attila fiam Bay Zoltán kertésze volt Amerikában (1987-1989). Emlékeit saját emlékeimmel kiegészítem
- **Dr. Kovács Kálmán:** Bay Zoltán tudományos hagyatékáról dióhéjban
- **Márki-Zay Lajos:** Visszaemlékezések
- **Gali Terézia** (Reményik Sándor): Templom és iskola
- **Dr. Osvay Károly:** Dr. Jáky József személyes hagyatéka unokája szájából
- **Dr. Hajdú Ferenc:** Jáky József a katona
- **Dr. Bendzsel Miklós:** Bay Zoltán fizikus munkásságának szabadalmi eseményeiről és egyetemes jelentőségéről születésének 125. évfordulóján (felolvasta Dr. Kovács Kálmán)
- **Gali Terézia** (Reményik Sándor: Magyarok mindenütt...)
- **Dr. Kroó Norbert:** Gondolataim pár óra múltán

A mintegy 5 óra terjedelmű rendezvényből nagyon nehéz kiemelni bármit is. Bízom abban, hogy a szervező, Márki-Zay Lajos megteszi részletes összefoglaló közleményében, amely terveink szerint meg fog jelenni valamelyik lapszámunkban is. Csupán két mozzanatot emelnék ki jelen „beharangozóban”. Az egyik a Gyulaváritól mintegy 40 km távolságra fekvő Nagyszalonta lakosának, Gali Terézia előadóművésznek igazán „szívmelegítő” énekhangja és gitárjátéka, amelyet két alkalommal is élvezhetett a publikum.

Gali Terézia előadóművész „Templom és iskola”

No de térjünk vissza a „beharangozó” egyik első mondatához, a „sisak-gömbhöz”. Rózsahegyi Péter munkatársammal, az Anyagvizsgáló Osztály vezetőjével tett információ- és örömteli látogatásunk végén a gépkocsihoz közeledve visszapillantva a „sisak-gömb” búcsúztatott bennünket.

Meggyőződéssel hiszem és vallom, hogy mindannyian, akik a templom kellemesen hűs környezetében résztvevőként vagy előadóként meghallgathattuk az új információkban gazdag előadásokat, messze egyet tudtunk érteni az orgonasípok alatt olvasható *„Te jól tetted, hogy eljöttél...”* mondattal.

A Gyulavári Református Templom tornya és ”sisak-gömbje”, ahol Bay József hagyta üzenetét a következő generációk számára 1892-ben

A Bay-család síremléke 2025. július 24-én a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Mérnöki Divíziójának munkatársával

Azt pedig újból és újból szeretném kihangsúlyozni, hogy a hazai űrkutatás „0-mérföldkövének” kijelölője (Hold-radar kísérlet, 1946. február 6.), Bay Zoltán egészalakos szobra még mindig várat magára. Bízom abban, hogy második magyar állampolgárunk sikeres űrutazását követően mielőbb szobrot is avathatunk Gyulaváriban.

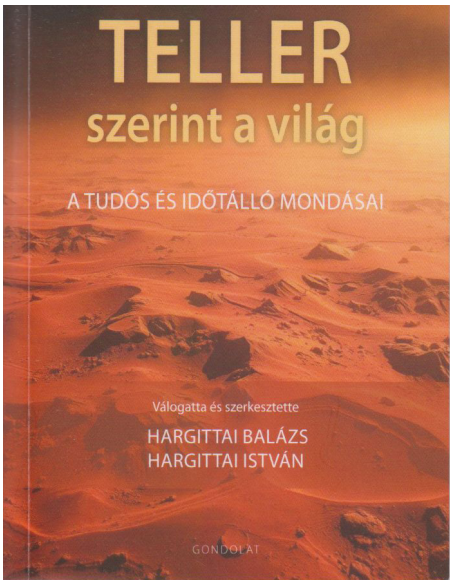
Tóth László
felelős szerkesztő

[1] Gyulai Hírlap - 130 évvel ezelőtt szentelték fel a gyulavári református templomot, https://www.gyulaihirlap.hu/147354-unnepi-istentiszteletet-tartottak-a-gyulavari-refo (Megtekintés dátuma: 2025.09.17.)

[2] Tiszántúli Református Egyházkerület: Hálaadó istentiszteletet a gyulavári református templomban, https://ttre.hu/tartalom/1783/10/gyulekezeti/halaado-istentiszteletet-a-gyulavari-reformatus-templomban (Megtekintés dátuma: 2025.09.17.)

Könyvismertetés: Hargittai Balázs, Hargittai István: TELLER szerint a világ (A tudós és időtálló mondásai)

Book Review: Balázs Hargittai, István Hargittai: The world according to Edward Teller (The scientist and his timeless sayings)



A Hargittai család „férfi vonulata" egy újabb könyvvel örvendeztette meg a tudománytörténet iránt érdeklődőket 2025 derekán. Az alig 120 oldal terjedelmű, a GONDOLAT Kiadó gondozásában megjelent könyv méreteinél fogva akár „zsebkönyvnek" is tekinthető és már címlapja is utalhat a megörökített kijelentések szerzőjére, Teller Edére, arra a tudósra, akiről kisbolygót neveztek el. A WIKIPÉDIA így kommentálja[1]:

> *„Az 5006 Teller kisbolygó a kisbolygóövben kering. 1989. április 25-én fedezte fel Eleanor F. Helin a Palomár-hegyi Obszervatóriumban. A kisbolygó a nevét Teller Ede világhírű magyar fizikusról kapta".*

Egyébként a 2009-ben 76 éves korában elhunyt Eleanor Helin[2] élete, szakmai tevékenysége is igen figyelemreméltó. Emlékét a 3267 Glo kisbolygó őrzi.

De visszatérve a bemutatandó könyvre, meggyőződéssel hiszem, hogy hitelesebb szerzőket nem találhattunk volna Telled Ede – mára már közszájon járó – mondásainak válogatására. Az ok viszonylag egyszerű. Teller Ede nem csupán világhírű tudós volt, hanem közszereplő, hiszen a politikában is mérvadó helyet vívott ki magának. Ennek következményeként olyan ellentmondásos egyéniség, akit mindenki a „saját szemüvege szerint" értékelt. Hargittai István egyébként már két könyvét szentelte Teller bemutatására. Az egyiket 2004-ben[3], a másikat 2011-ben[4].

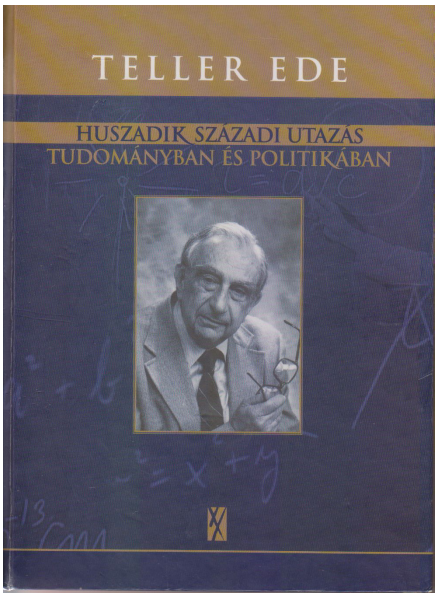
Teller Ede önéletrajzi ihletésű könyve[5] 2002-ben, a Huszadik Század Intézet kiadásában jelent meg. Az 595 oldal terjedelmű kiadvány egyben árnyaltan tekinti át a szerző saját életét, bizonytalanságait és belső vívódásait. Ezek már a könyv két előszavában is tetten érhetők.

Teller sajátos szemléletét, viselkedését Hargittai István egy idén megjelent, Lax Péterről és Richard L. Garwinról írt nekrológjában[6] is megemlíti. Garwin és Teller kapcsolatáról így fogalmaz:

> *„Az anyai ágon magyar származású zseniális fizikus, Richard L. Garwin (1928-2025) tervei szerint építették meg az első hidrogénbombát Teller Ede elképzeléseit követve."*

– majd később így folytatja –

> *„Garwin a csillagháborús tervek (stratégiai védelmi kezdeményezés) idején, az 1980-as években keményen bírálta Teller elképzeléseit. Előfordult, hogy Garwin és Teller a New York Times hasábjain vitatkozott. Vitastílusuk markánsan különbözött. Teller nem mindig volt tárgyszerű, kedvelte a sejtetést. Volt, amikor érvek helyett cáfolhatatlan bizonyítékokra utalt, amelyeket azonban nem mondhatott el arra hivatkozva, hogy titkosítottak. Garwin vitamódszere ennek szöges ellentéte volt, abszolút tárgyilagos, de ennek megfelelően kevésbé izgalmas és érzelemmentes. Legendák szóltak arról, hogy Teller a viták-ban legyőzhetetlen volt...".*



[1] Wikipedia: 5006 Teller: https://hu.wikipedia.org/wiki/5006_Teller (Megtekintés dátuma: 2025.09.19.)

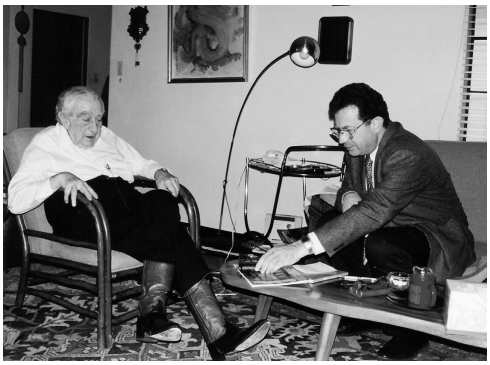
[2] Wikipedia: Eleanor F. Helin: https://hu.wikipedia.org/wiki/Eleanor_F._Helin (Megtekintés dátuma: 2025.09.19.)

[3] Hargittai I.: Teller tragédiája, Berzsenyi Dániel Főiskola, 2004

[4] Teller, Akadémiai Kiadó, 2011

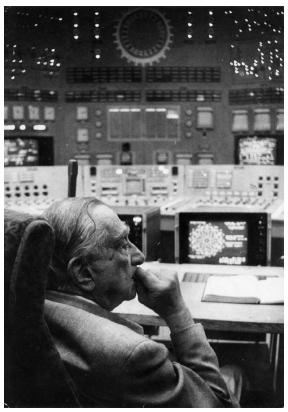
[5] Teller Ede, Huszadik Századi Utazás a Tudományban és Politikában.

[6] Megemlékezés Richard L. Garwin (1928-2025) és Lax Péter (1926-2025). Két nagy tudós magyar vonatkozásokkal. Magyar Tudomány. 186/8 (2025), 1636-1643.

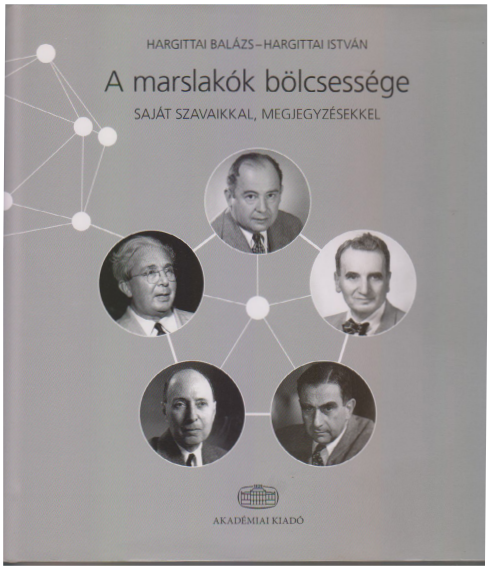


Teller-Hargittai fénykép
(Hargittai István jóvoltából)

Igen, Teller ilyen (is) volt, főleg a politikában. Azt azonban egyetlen kortársa sem kérdőjelezi meg, hogy kiváló tudós, zseniális elme volt, akinek szájából gyakran hangoztak el megörökítésre nagyon is érdemes mondatok. Talán azért is, mert ez magyar nyelvünk sajátossága. Nincs olyan élethelyzet, amelynek kezelésére nem lenne nyelvünkben szólás, közmondás vagy kiszólás. Teller élete végéig kiválóan beszélt magyarul, azaz gondolkodásában feltehetően reflexszerűen megjelent ez a gondolkodási készség. Na de ne próbáljak olyan dolgot állítani, amelyet nem ő mondott ki, és inkább maradjak a „zsebkönyvnek" aposztrofált kiadványnál és annak tartalmát röviden bemutatni. Mindjárt az elején egy olyan Teller-Hargittai fényképre pillanthatunk, amely Tellerék kaliforniai otthonában készült 1996. február 24-én. A könyvet igazán érdekessé (és talán mondható az is, hogy történelmivé) avanzsálja a sok-sok fénykép, megtörve ezzel a „betűk monoton világát". Az alig több, mint 10 oldalas rövid életrajzot követik a vezérszavak (témák) köré gyűjtött Teller mondások (akár bölcsességeket is írhattam volna). Ezek a következők: Oktatás-nevelés, tudomány és technológia, politika, titkosság, honvédelem, energia-energiatermelés-környezet, ember és társadalom és végül vallás-élet-jövő. Minden egyes tématerületet egy ötletesen kiválasztott, a témakört karakterisztikusan érintő



Témakörök nyitóképei: "energia-energiatermelés-környezet" fejezet nyitóképe a Paksi Atomerőműből (balra); "Teller Ede és II. János Pál pápa" a "vallás-élet-jövő" témakör nyitóképe (jobbra)
(Hargittai István jóvoltából)



fénykép illusztrálja. Az „energia-energiatermelés-környezet," nyitó fényképe a Paksi Atomerőműben, de a „vallás-élet-jövő" a Vatikánban II. János Pállal készült. Azt sem tekintem véletlennek, hogy a „titkosság" nyitó fényképén Teller Ede látható egy fiatalabb korában. A több, mint másfélszáz – akár örökérvényűnek is tekinthető – mondás közül a legtöbb (30 fölötti) az „ember és társadalom" viszonylatával foglalkozik feltehetően arra utalva, hogy az ember egy adott közösségben él és itt kell megtalálnia azon viselkedési formát, amely befogadó és egyben elismerő lehet az individuum számára. Idézhetnék sok-sok mondást e könyvecskéből, avagy ennek „nagytestvéréből", amelyet ugyanezen szerzők állítottak össze és az Akadémiai Kiadó jelentette meg 2016-ban, amely nem más, mint "A marslakók bölcsessége". Nem teszem és a Tisztelt Olvasóra bízom azonban azt, hogy megismerve a mondásokat használja gondolatainak, érzésvilágának legbölcsebb megjelenítésére. Azt azonban be kell vallanom, hogy elővéve a „Teller-archívumom" néhány darabját[7,8] a 90. születésnap kapcsán megjelent egyik közleményben az alábbi címet találtam:

Ezredforduló 1998. április 4., szombat

Ne féljünk megérteni butaságunkat

Teller Ede a tudósok felelősségéről, egy állatkerti sétáról és új tervéről

Rengeteg időt fordítottam a forrás azonosítására teljesen eredménytelenül. Kívánom Tisztelt Olvasóinknak, hogy találjanak rá a Teller életműben e mondás „tiszta forrására" és küldjék meg nekem is. A röviden bemutatott „könyvecske" kiváló szerzőinek pedig azt, hogy mihamarabb kézbe vehessem a könyvespolcom „féltve őrzött" (nem kölcsönözhető) darabjának (A marslakók bölcsessége) „zsebkönyv formátumú" változatait.

Tóth László
felelős szerkesztő

[7] Teller Ede (1908-2003), Fizikai Szemle 2003/9. 309-315. (Teller Edével kapcsolatos írások gazdag irodalomjegyzékével)

[8] Lambert G.: Ne féljünk megérteni butaságunkat. Gazdaság, 1998. április 4. szombat

Megemlékezés Verő József akadémikusról

Commemoration of academician József Verő

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottsága (MTA MTO ATTB) az MTA200 rendezvénysorozat keretében emlékülést szervezett 2025. szeptember 30-án az MTA Kistermében Verő József kétszeres Kossuth-díjas akadémikus halálának 40. évfordulója alkalmából. A 14 órakor kezdődő emlékülés előadásait megelőzően Budapesten, a Széphalom utca 3/b házának falán elhelyezett Verő József emléktábla avatására és koszorúzásra került sor[1]. A Verő család tagjai mellett egy tiszteletteljes szakmai kör képviselői vettek részt ezen eseményen, köztük a tudományos osztály elnöke, Imre Sándor akadémikus. Az ATTB elnöke, Szabó Péter János méltatta a fémtan tudományának nagyszerű képviselőjét és kiemelkedő életművét hangsúlyozva humánus szemléletét. Az első koszorút Réger Mihály helyezte az emléktábla alá.

Verő József emléktábla a Budapest, Széphalom u. 3/b ház falán, ahol 1952-től lakott haláláig

Délután a Kisteremben helyet foglalók Verő József elsőszülött fiának (az 1933 – ban született az ugyancsak Verő Józsefnek) a hangját hallhatták, aki egy régi emlékét idézte fel édesapjával kapcsolatban. Az ATTB elnökének megnyitó szavaiban újból csak hangsúlyt kapott Verő József szakmai nagyságának méltatása mellett az emberi tartása, a hallgatók tisztelete és szeretete, megbecsülése.

Az emlékülés megnyitása, Szabó Péter János, az ATTB elnöke

A kiválóan tematizált – **Verő József és** a történelem, fémtan tudománya, hatalom, magyar műszaki nyelv c. – előadásokat Tóth László, Roósz András, Tranta Ferenc, Réger Mihály és Dobránszky János tartották.

Az első előadó, Tóth László megkísérelte elhelyezni Verő József életét, szakmai munkásságát és jelentőségét az emberiség történetében, a szakmatörténetben, bemutatva a Verő családban játszott szerepét és eredményeit, életét és magatartását hazánk sorsfordító szakaszaiban, a Soproni Egyetem és a Nehézipari Műszaki Egyetem, valamint a VASKUT történetében, ill. rámutatva arra, hogy miként emlékezett meg e két egymástól nagyon is távoli földrajzi elhelyezkedésű város.

Tóth László előadása Verő József és a történelem témakörében

Előadását a Miskolci Egyetem volt diákújságából, a HÚZÓTÜSKE c. periodikus kiadványokból gyűjtött, Verő Józsefre jellemző mozzanatokat örökíti meg. Ezek közül kettő az alábbi képen látható.

Józsi bácsi Fémtana
Nehéz, mint a Fizika!
Uv.-t mégsem ismeri —
Áldja ezért Őt mindenki.

VERŐ prof.-tól búcsúzunk.
Neki sok jót kívánunk!
Sajnálhatja sok balek,
Hogy vizsgát nála nem tehet . . .

Verő József jellemzése a HÚZÓTÜSKE diákújságban 1968-ból és 1970-ből

A második előadó Roósz András akadémikus távjelenlétben megtartott értékes előadásában részletesen áttekintette Verő József munkásságát és eredményeit a fémtan tudományának hazai fejlődésében. Kiemelte a hazai szakirodalom kimagasló fejlesztését elősegítő 1937, 1942, 1955, 1956, 1960, 1964, 1966 és 1974 években megjelent metallográfiai, fémtan és ipari vasötvözetek tulajdonságai tárgyú szakkönyveit. Talán „örökérvényűnek is tekinthető” Verő József azon gondolatmenete, ahogyan egy kutatás eredményeit értékelte. A következő kategóriákat definiálta:

- Közvetlen előzmények nélkül jönnek létre és előbb-utóbb a tudományos világkép lényeges része lesz.
- Közvetlen előzmények nélkül létrejött mérési módszer, mérőeszköz.
- Közvetlen előzmények nélkül új iparágat létrehozó, naggyá tevő eredmény.

[1] Takács Dániel youtube videója: Dr. Verő József emléktáblájának avatása a Széphalom utcai házának falán, https://www.youtube.com/watch?v=Oa7YQMU-egc (Megtekintés dátuma: 2025.10.06.)

- Új iparágat létrehozó, naggyá tevő eredmény, amelynek több-kevesebb előzménye már van.
- Bonyolult, összetett természeti vagy termelési folyamat egy-egy részletének pontos ok-okozati megismerése.

E kategóriák akár kiegészíthetők is a felhasználható tudásforrások bővülésével, pl. napjainkban a mesterséges intelligencia szolgáltatta lehetőségekkel.

Tranta Ferenc a hőskort idézte fel szuggesztív mondataival, ahogyan feleségével együtt a tanszék munkatársa lehetett és megépítették az első dilatométert a folyamatos hűtésű C-görbék felvételére. Rámutatott egyben az Erzsébet-híd építéséhez kifejlesztett, titánnal mikroötvözött MTA50 acél fejlesztésének történetére is.

Tranta Ferenc professzor úr szuggesztív módon idézi a hőskort

Mint minden jelentős szakember, Verő József is az állambiztonsági szervek látókörébe került néhány esetben. Ennek történetét tekintette át Réger Mihály az Állambiztonsági Szolgálatok Történeti levéltárából kikért források alapján.

Réger Mihály, az ATTB elnökhelyettese „Verő József és a hatalom” témakörben tartott előadása

Verő Józsefet, az embert, a humánumot talán az jellemzi a legjobban, amelyet a „Monostori fedőnevű informátor jelentéséből” az előadó kiemelt a résztvevők számára készült emléklapjában.

A magyar műszaki nyelv művelésének fontosságát hangsúlyozta Dobránszky János, a terület mai élharcosa.

E folyamatot kezdte Verő József olyan hévvel, hogy még a

A „Monostori” fedőnevű informátor jelenti:

Dr. Verő József: Tipikus tudós, fizikai erejénél több munkát vállal. Minden energiáját tudományos munkájába fekteti, valószínűleg e miatt legalább is tájékozatlan a népi demokrácia eredményeiben. Megnyilatkozásai, amelyeket nemcsak szűk körben tesz, igen szerencsétlenek, szinte minden hozzászólása olyan hatást vált ki, amely tekintélyét rontja, és ezek sokszor destruktív jellegűek.

Szakmai állásfoglalásai helyesek, de társadalmi vonatkozású nyilatkozatai, akár oktatási, akár politikai, akár az élet egyéb területén valók is, szinte gyerekesen naívak.

Tipikusan az elefántcsonttoronyban élő tudós mintaképe, akinél nem könnyű megállapítani, hogy miből adódnak hozzászólásai, nem valószínű, hogy tudatosan üt meg sokszor ellenséges hangot, ennél sokkal okosabb, legfeljebb naív tájékozatlanságot árul el.

Volt alkalmam hivatalos leveleit is olvasni, melyek egyértelműen bizonyítják, hogy elvont gondolkodása saját részére jelenti a fő hátrányt, szinte minden levelét ellene lehetne fordítani.

Mindez 1965. I. 3-án készült.

Forrás: *Állambiztonsági Szolgálatok Történeti Levéltára*

Az informátor jelentése Verő Józsefről

Dobránszky János „Verő József és a magyar műszaki nyelv” témakörben tartott előadása

Nehézipari Műszaki Egyetem diákújságja, a HÚZÓTÜSKE is megemlítette az 1966-ban kiadott számában.

Jók Verő prof érvei;
Magyar nyelvünk szereti.
Új szavakat konstruál,
Lőrinczével konkurrál...

Húzótüske, 1966

Ezt folytatta Verő József tanszékvezetői feladatának követője, Káldor Mihály professzor úr is.

Verő József családjából többek között – a szintén kohász végzettségű – fia, Balázs és felesége, több unokája, dédunokája, valamint József nevű testvérének lánya és hozzátartozói voltak jelen. A miskolci tanítványokat Balázs több évfolyamtársa képviselte.

Az emlékülés résztvevői, közöttük a családja

Összefoglalóan megállapítható, hogy az MTA200 rendezvénysorozat keretében tartott Verő József emlékülés[2] méltóan illeszkedik a megünnepelt évfordulóinak sorába: születésének Sopronban 2004-ben szervezett centenáriuma, Miskolcon 2005-ben halálának 20. és Budapesten 2010-ben az Öntödei Múzeumban 25. évfordulója – kiállítással és előadásokkal bővített – évfordulóinak sorába. A kiváló szakember, tudós és egyetemi tanár emlékét a Miskolci Egyetemen (2005-ben) és Sopronban (2006-ban) avatott mellszobrok őrzik. Emléktáblája életének mindhárom városában maradandón hordozza a kétszeres Kossuth-díjas akadémikus szerepét az általa művelt tudományterületen. Sopronban 2004-től közterületen utcanév is megörökíti a metallográfia és fémtan meghatározó egyéniségének nevét. Ugyanez Miskolcon is reális lehetőség, hiszen a Sopronban készült Verő-szobor alkotójának Kutas Lászlónak (1936-2023) Miskolc centrumában is látható műve, a „Miskolci lányok” címmel.

A kortárs, Fekete István (1900-1970) író szerint „Egy ember addig él, amíg emlékeznek rá!” A rendezvény szervezői, résztvevői meggyőzően demonstrálták generációjuk képviseletében egyrészt felelősségérzetüket, másrészt azt, hogy az immáron a végtelenség mezején 40 éve ballagó tanítómesterüktől ellesett gondolatatok, a kapott tudás folyamatosan él bennük Verő József jellegzetes fényképével együtt.

Tóth László
ny. egyetemi tanár
felelős szerkesztő

[2] A rendezvényről készült videofelvétel és fényképek megtalálhatók a https://drive.google.com/drive/folders/1Erb4bvBIPXAVSD2EJBycrA5d8ytgL-YI címen (Megtekintés dátuma: 2025.10.06.)

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA ELŐFIZETÉS MEGÚJÍTÁSA

Ne felejtse el megújítani

előfizetését

az Anyagvizsgálók Lapjára!

A lap újjászerveződött csapatának köszönhetően az első nyomtatott verzió ***2022-től*** elérhető.

A ***nyomtatott kiadvány negyedévente*** – teljesen megegyező tartalommal, mint az online letölthető számok – ***előfizetéses formában*** jelenik meg.

Amennyiben igényt tartana rá, kérem jelezze a MAROVISZ felé az alábbi email címen:

marovisz@marovisz.hu

Anyagvizsgálók Lapja
2025/III. lapszám

Beszélgetés Pór Gáborral

Interview with Gábor Pór

Kérdező/Questioner: Tóth László

Kedves Gábor,

Egy fizikussal az életéről beszélgetni mindig rendkívül érdekes és inspiráló élmény! Hogy miért is? Ők felszabadultan és objektíven értelmezik a természetet, hiszen az abban lejátszódó folyamatokat megismerhető törvényszerűségek szabályozzák. Te kiemelkedő alakja, egyénisége vagy a Dunaújvárosi Egyetem roncsolásmentes vizsgálati közösségének. Úgy is fogalmazhatnék, hogy te vagy az a „a terebélyes fa, amely alatt kiterebélyesedett egy új szakmai közösség". Ehhez pedig csak gratulálni lehet. No, de próbáljunk bemutatni életedet, szakmai pályafutásodat, amolyan „fizikus módra", ugyanúgy, mint ezt megtehettem Szűcs Pállal, Geréb Jánossal, Skopál Istvánnal.

Mindenkinél az első és legérdekesebbnek ígérkező kérdés: hogyan lett belőled roncsolásmentes anyagvizsgálatokkal foglalkozó szakember?

Amikor az ember már elég idős, akkor visszatekintve rájön, az életpályánkat nem mi választjuk, hanem az élet, véletlenszerűen választ ki minket az adott pályára. Középiskolás koromban pszichológus akartam lenni, de érettségi évemben nem indult pszichológia szak. Mivel jó tanáraim voltak, és részt vettem matematikai és fizikai versenyeken, úgy döntöttem, hogy fizikus szakra felvételizek. Mivel édesanyám nehezen tartott el egymaga minket, kézenfekvő volt egy szovjet egyetem, ahol az ösztöndíjból meg lehetett élni. De nem vettek fel a moszkvai elméleti fizikus szakra, „csak" a leningrádi szilárdtest fizikus szakra, amit 1972-ben el is végeztem. Elvben tehát megvolt a diplomám, hogy anyagtudományokkal foglalkozzam. De hiába, mert akkor a győri Vagon és Gépgyárban – ahova az akkori szokások szerint „irányítani" akartak – maximum egy keménységmérési laborban lehetett volna elhelyezkedni. Lényegében technikusként dolgozhattam volna, ami nem vonzott, ezért inkább megpályáztam egy KFKI doktori ösztöndíjas helyet. De ott már a szilárdtest fizikusi helyek beteltek, és maradt az atomenergetika. Ezért 1972 óta a fő csapás iránya számomra mindmáig az atomenergetikai mérések lettek és maradtak. Ezen belül is a beavatkozásmentes diagnosztika volt kutatási témám. Ebből írtam kandidátusi értekezésemet is. Ez már hasonlít a roncsolásmentes vizsgálatokra (NDT), hiszen a működés közben mérhető jelek fluktuációiból, a működésbe való beavatkozás nélkül, a spektrumok segítésével állapítjuk meg a berendezés állapotát. Az alapgondolat teljesen egybeesik a Structural Health Monitoring (SHM) alapgondolatával.

Mennyiben rokon ez a roncsolásmentes vizsgálatokkal?

Köszönöm a kérdést! Kapóra jön! Évek óta iparkodom, hogy a két fél egymásra találjon. Az, hogy a rezgésdiagnosztika alkalmas arra, hogy az ipari berendezésekre helyezett gyorsulásmérőkkel mért – részben determinisztikus, részben sztochasztikus – zajokból megállapítsuk a berendezés állapotát, közismert. Mindenki tudja, hogy a motor hangjából sejteni lehet, ha már nem úgy működik, mint kellene. Ez akár füllel is hallható, vagy gyorsulásmérőkkel mért frekvencia elemzésekre zajdiagnosztikával észlelhető, mely általában elfogadott módszer. De hivatalosan nem tartozik a roncsolásmentes kategóriába. Oktatása és vizsgáztatása nem az MSZ EN ISO 9712 szerinti, hanem az ISO 18436 sorozat szerinti tanúsítással történik (Condition monitoring). Persze az NDT alatt főleg anyagvizsgálatokra gondolunk, a rezgésmonitorozás alatt pedig gépállapot figyelést értünk. De a kettő találkozik a SHM-ben, az irányuk azonos: beavatkozásmentesen észlelni és értékelni a berendezés állapotát. 50 évnyi atomerőműben végzett kutató-fejlesztő munka után egyre sikeresebben műveljük az ún. „zajdiagnosztikát", ami a mérhető paraméterek fluktuációinak mérésére és értékelésére támaszkodik. Ez a módszer még nem annyira közismert. A mérhető paraméterek, mint a hőmérséklet, a nyomás és a neutron fluktuációk éppen olyan értékes információkat hordoznak a berendezésben lejátszódó folyamatokról és állapotokról, mint a hallható zajok. A feldolgozás technikája is hasonló, elsősorban frekvencia spektrumokra épülő. Még a KFKI-ban dolgoztam, amikor sikeres atomerőművi zajdiagnosztikai rendszereket építettünk egy orosz 1000 MW-os atomerőműben, majd később az MVM Paksi Atomerőmű mind a négy blokkján. Ezek a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség figyelmét is felkeltették.

Az NDT szakemberek számára triviális, hogy a VT, PT, MT és UT vizsgálatok összefüggenek, indikációik egymást támogatják. Hasonlóképpen a beavatkozásmentes vizsgálatok eredményeinek összekapcsolása az NDT technikákkal, az ezzel foglalkozó szakemberek közös konferenciái jelentősen meggyorsíthatnák a beavatkozásmentes és a roncsolásmentes szakemberek egymásra találását. Nem csak atomerőművekben gondolkozom. A POD-t (észlelési

 ISSN: 1215-8410

valószínűséget) sokkal magasabb szintre lehetne emelni az SHM-ben. Szerintem a MAROVISZ-nak kellene ennek az élére állni. Kapcsolatokat kell keresni és találni a többi állapotvizsgálati módszereket végző szervezetekkel.

Hogyan jutottál mégis el a roncsolásmentes területre, ha eredetileg atomerőművi diagnosztikával foglalkoztál?

1992-ben pályázati úton átkerültem a BME Nukleáris Technikai Intézet (NTI) oktató reaktorának osztályvezetői székébe. Az oktató reaktor napi gondjai mellett én vezettem be a mai napig működő reaktor-monitoring rendszert, beszálltam az oktatásba is, amit azóta sem tudtam elhagyni. A paksi atomerőműben létrehoztuk az akusztikus idegentest kereső rendszert, és akkor én még nem is tudtam, mennyire közel kerültem az akusztikus emissziós vizsgálathoz.

Hogy hogyan kerültem 2007-ben a Dunaújvárosi Egyetemre (DUE), az teljesen kibogozhatatlan. Szerepet játszott az a gondolat, hogy a BME paksi oktatása Dunaújvárosba kerül majd, amiből akkor nem lett semmi. Szerepet játszott az, hogy műszaki diagnosztika volt a fő oktatási területem a BME-n, és az maradt mindmáig, de akkor létre akartam hozni ennek a tanszékét a DUE-n, ami sajnos csak két évet élt összesen. A „hogyan tovább"-féle tanszéki viták között kerültem olyan helyzetbe, amikor a roncsolásmentes kutatások és laboratórium megalapítása volt számomra a kiút, és létrehoztam 2010-ben a Magyar Akusztikus Ipari Diagnosztikai (MAID) Laboratóriumot.

Eljutottunk már a roncsolásmentes anyagvizsgálatokhoz?

Nem teljesen, de már a kapujában állunk. A már említett és nagyon sikeres atomerőművi idegentest detektáló diagnosztikai rendszer volt a kiindulópont. Azért minősítem nagyon sikeresnek, mert nemzetközi reputációnak örvend, számos hivatkozás van rá, és mind a négy paksi blokkon 2003 óta működik egy-egy példány belőle. Mint mondtam, mérési elvei és eszközei az akusztikus emissziós méréstechnikára épülnek, bár van benne egy forradalmian új eljárás, a szekvenciális valószínűségi hányados teszt, aminek én vagyok a hazai szóvivője. Ez a teszt sokkal érzékenyebb a hagyományos küszöbszint szerinti esemény detektálásánál. Ezért is lett nemzetközileg olyan sikeres a paksi HELPS idegen test detektáló rendszer, mert "érzékenysége sokszorosan meghaladja a versenytársakét", – írta róla egy belső amerikai jelentés, és hivatkozott rá több Nemzetközi Atomenergia Ügynökségi tanulmány. Ezért első években a MAID tevékenységében döntő szerepet játszott az akusztikus emisszió. Érthető módon mentoraim ekkor Szűcs Pál és Geréb János lettek. Megszereztem az AT2-t és a Sensophonokat, majd az UT2-t is. Innen már bent voltam a roncsolásmentes vizsgálók sűrűjében. Roncsolásmentes vizsgáló laboratóriumot építettünk, illetve feltámasztottuk halotti porából a Dunaújvárosi Egyetemen. Ebben Bodolai Tamásnak köszönhetek mindent. Majd 2011-ben egy ipari kapcsolat vitt rá, hogy pásztázó ultrahangos mérésekkel kezdjünk foglalkozni, de ez egy külön történet. Valószínűleg messze nem lettem volna sikeres a roncsolásmentes labor fejlesztésében, ha nincs a következő véletlen: 2013-ban csatlakozott hozzánk Dunaújvárosba prof. Trampus Péter. A MAROVISZ-kapcsolatokat, a további képzéseket és az atomerőművi roncsolásmentes anyagvizsgálatokban való későbbi részvételemet, mind-mind neki köszönhetem. Nélküle a nevemet sem ismernétek.

Mennyire érzed magad ilyen előzmények után roncsolásmentes anyagvizsgálónak?

Kicsit érdemtelenül hívnak így. Ezt elsősorban a vizsgákkal szokás igazolni. Persze van egy AT3 és egy UT2 papírom. De a gyakorlottságom igen hiányos. A régi vicc jut eszembe: aki tudja csinálja, aki nem az oktatja, aki még annál is gyengébb az az egyetemi tanár. De nem átallottam részben elméleti, részben szabványügyi ismereteim alapján tanácsokat adni atomerőművi roncsolásmentes mérések méréstechnikai és vizsgálattechnológiai kérdéseiben az elmúlt években. Engem bármelyik gyakorlott ultrahangos kenterbe ver gyorsaságban és értékelésben. De kíváncsi vagyok, ki tudja nálam jobban átlátni, hogyan és milyen képet kapunk az olyan új módszerekkel, mint a Pásztázó Akusztikus Mikroszkóp (SAM), vagy az EMAT (ElektroMágneses Akusztikus Távadó)?

Mint látom, ezt tekinted sikerednek. Beszélnél erről?

Mint fizikust mindig a kutatás és megismerés vonzott leginkább. Forradalmi megújulás előtt állunk, illetve már benne is vagyunk. Évtizedekig a hagyományos kézi módszerekkel űztük a roncsolásmentes anyagvizsgálatokat. Ma még a legtöbb szabvány is erről szól. A SAM a mai modern mechatronika, az ultrahangos hullámok kombinációjának és lassan a mesterséges intelligenciának közös sikergyerekévé válik. Ma már a fázisvezérelt ultrahangos technikát mindenki elfogadja, oktatja és használja. A korszerű gépekkel A, B, és C képeket és hamarosan 3D ábrákat jelenítünk meg a képernyőn, ma már nem csak az anyagvizsgáló fejében áll össze, milyen anyagfolytonossági hibával állunk szemben! Ebben a fázisvezérelt technika és a SAM igen rokon egymással. De nemcsak longitudinális vagy transzverzális sugarak vannak, hanem ezek váltakozó kombinációja is. Hamarosan, és már ma is lehet akár, hang-tomográfiai képeket fogunk nyerni egy-egy hegesztési varratról, akár 0,05 mm-es felbontással. Ilyen berendezéseket már építünk a MAID Laborban. Idén már sikeresen a piacon is eladtunk egy általunk fejlesztett és épített SAM gépet, amely 0,25 mm-es rétegek szétválását is meg tudja jeleníteni 3D képeken, beleértve a kompozit anyagokban lévő szálak megjelenítését.

Az EMAT segítségével irányított ultrahangokat tudunk gerjeszteni az anyagon belül. A gerjesztett hanghullámok már nem csak longitudinálisak vagy transzverzálisak, de lehetnek eleve Lamb- vagy Raleigh-hullámok. Szeretnék még részt venni az EMAT technika hazai meghonosításában is.

Hogyan sikerült nyilvánossá tenni eredményeiteket?

A kérdés jó! De a válaszom lehangoló. Egyáltalán nem sikerült, vagy csak elég gyengén. A roncsolásmentes anyagvizsgálóknak kétévente jut egy RAKK. Nem akarok udvarolni Neked, de az Anyagvizsgálók Lapja (AVL) szinte az egyetlen olyan fórum, amelyen keresztül megismerhetjük mivel is foglalkozik a másik kolléga. Van ugyan anyagtudományi konferencia még (pl. OATK), de nagyon esetlegesen jutunk oda, és nem a főcsapás iránya az NDT. Továbbá vannak nemzetközi rendezvények, amikre ritkán jut ki anyagvizsgáló, leginkább egy-egy AVL beszámolóból tudunk arról, mi is történik a nagyvilágban. Kellenének workshopok, de rohanó világunkban nincs rá idő és nincs rá pénz. Rendkívül káros és negatív hatású az a gyakorlat, hogy minden ipari munka megkezdése előtt titoktartási szerződést kell aláírni. Ezt a buta jogászok találták ki. Semmire nem jó, csak arra, hogy a tapasztalatokat még kevésbé osszuk meg, még kevésbé adjuk át, ami miatt a titoktartást kérők is gyengébb minőségű elemzéseket kapnak.

„A piramist alulról építik" - szól a mondás! Azt már láthatjuk, hogy milyen karaktere van az általad létrehozott közösségnek. Mit gondolsz, milyen irányba fog fejlődni tovább?

A szólást nem ismertem. De az ókorban lehet igaz volt. Még talán saját ifjúkoromban is igaz volt, hogy előbb az ember megszerezte az alapokat, majd felépítette a laborokat, sok gyakorlás-töprengés útján eljutott oda, hogy szakembernek képzelhette magát, akire aztán a döntéshozók támaszkodhattak a fejlődés irányának kijelölésében. Ma a döntéshozó nem az ilyen szakemberekre támaszkodik. Az őt körülvevő éppen ráérők véleménye határozza meg a fejlődés irányát. Mire a szakmában elfoglalt szakemberek felocsúdnak, már csak kármentéssel foglalkozhatnak. Például hogyan tudjuk belegyömöszölni a roncsolásmentes vizsgálatok aktuális kutatás-fejlesztését az olyan divatos pályázati témákba, mint az energiagazdálkodás, a környezetvédelem és a fenntartható fejlődés.

Milyennek látod a jövőt?

A roncsolásmentes technikák közül ma a legnagyobb változást az ultrahangvizsgálatok terén várom. Az új technikák áttörése már megindult, a szellemet nem lehet a palackba visszazárni. Korábban az A-kép alapú ultrahangos észlelést tanítottuk, szabványaink és eljárásaink zöme is ezt tárgyalta, az anyagvizsgálók többsége még ma is ezeket használja. De a fázisvezérelt eljárások már áttörtek. A fázisvezérelt berendezések és módszerek teret nyertek. A pásztázó technikák is fejlődőben vannak, és ezek már most készen állnak arra, hogy kétdimenziós, majd háromdimenziós képeken ábrázoljuk az észlelt anyagfolytonossági hiányokat. Még nagyobb áttörést jelenthet, hogy az EMAT által lehetővé válik, hogy többféle és irányított ultrahanghullámokkal vizsgáljuk az anyagokat.

Az új technikákkal persze lesznek új problémák, de minőségileg új eszközökkel fogunk rendelkezni az anyagok vizsgálatában. A pásztázó technikát nemcsak az ultrahangos területen, de már az örvényáramos vizsgálatokban is kipróbáltuk. Mágneses-akusztikus technikáink már az anyagok szövetszerkezetének vizsgálatára is alkalmassá tesznek minket. Az akusztikus emissziót ma már az acélok fázisátmeneteinek vizsgálatára is használjuk. Engem ezek az újdonságok vonzanak, ezek továbbfejlesztésében látom a jövőt.

Régen azt mondtuk, hogy az anyagvizsgálók keze, ahogy fogja a fejet, valamint a saját feje, amiben felgyűlt a tapasztalat, az igazán értékes. Kicsit rossz hírem van. A számítógép-vezérelt mozgatás hamarosan széles körben elfogadott lesz és legyőzi az emberi kezet; a mesterséges intelligencia pedig többet tud, mint az anyagvizsgálók évtizedes saját tapasztalata. De, aki már chatelt a chatGPT-vel, tudja, hogy alaptudás nélkül mennyire rossz irányba tudja vinni a kérdezőt. Mindig szükség lesz olyan anyagvizsgálókra, akik most már a korszerű eszközök segítségével valóban ki tudják szolgálni a gépek állapotának értékelését.

A beavatkozás-mentes diagnosztikáknak, a roncsolásmentes vizsgálatoknak, a mesterséges intelligenciával kezelt tapasztalatoknak és a precízen mozgatott technikáknak köszönhetően már a közeljövőben új szintre fogjuk emelni a berendezések állapotvizsgálatát.

Pór Gábor átveszi a 2023-as MAROVISZ Díjat

Kedves Gábor! Hálásan köszönöm, hogy rendelkezésre álltál és elmondtad – szerintem értékes – gondolataidat. Bízom egyben abban is, hogy sikerül kialakítani olyan közösséget magad körül, amelynek nem csupán hazai, hanem nemzetközi visszhangja is bekopogtat hamarosan, ugyanúgy mint az „idegen test detektáló rendszer" kialakítását követően. Kívánok ehhez mind a közösségünk, mind pedig jómagam nevében nagyon jó egészséget! A 2023-ban kapott MAROVISZ-díjadhoz pedig újból csak gratulálni tudok!

Watt és matt

Watt and Check'mate

„Amikor Durston, a hóhér megnyomott egy gombot, és egy kis kattanás hallatszott, Kemmler teste megmerevedett, olyan lett, mint egy szobor, csupán jobb kezének mutatóujja mélyedt tenyerébe úgy, hogy abból csorogni kezdett a vér. Agóniája nyolc percig tartott... A fegyenc székbe kötött testébe 1780 voltos áramot vezettek, az illetékesek szerint a halál azonnal beállt, de ez nem volt igaz. William Kemmler ma reggel az aubumi börtönben a legfelháborítóbb módon halt meg. Kivégzése szégyen a civilizációra nézve…" írta a New York Times tudósítója 1890. augusztus 7-én az első, villamosszékkel végrehajtott kivégzésről.

A legtermékenyebb feltalálóként ismert Thomas Alva Edison (1847-1931) súlyos tévedésének bizonyult a váltóáram lebecsülése. Versenytársa, George Westinghouse (1846-1914) azonban gyorsan felismerte a szinuszos lefutású feszültségforma előnyeit. Edison vállalata, a General Electric és a Westinghouse Electric Co. öldöklő versengésének különösen visszataszító mozzanata volt az „Old Sparky" (Öreg Szikrás) becenevű ítélet végrehajtó eszköz fejlesztése.

A humánus kivégzési formával kampányoló Davis Bennett Hill (1843-1910) New York-i kormányzó éppenséggel Edison ötlete alapján bízta meg a több, mint 5000 szabadalmat jegyző „Menlo-parki varázslót" a villamosszék megvalósításával. Az izzólámpa és a fonográf feltalálója szerkezetét a rivális Westinghouse cégétől kerülő úton beszerzett alkatrészekből építette meg. A váltóárammal szembeni társadalmi ellenérzést ideig-óráig sikerült is fokozni: az elhíresült szék áldozatait sokáig „megwestinghouse-oltakként" emlegették. Ám végül ezzel sem sikerült a váltóáramú eszközök terjedését akadályozni.

Hans Christian Ørsted (1777-1851) dán fizikus 1831-ben fedezte fel az árammal átjárt huzaltekercs mágneses hatását. A könyvkötő inasból pusztán önképzéssel kora legnagyobb természettudósává lett Michael Faraday (1791-1867) egy vasgyűrűn elhelyezett tekercsre kötött galvánelemet ki-bekapcsolva a gyűrű másik tekercsén kimért feszültség impulzusokban az elektromágneses indukció jelenségét ismerte fel. Jedlik Ányos (1800-1895) világelső „unipoláris delejforgonyának" (1828) huzaljait még a zsinóros magyar ruhák paszományainak mestere szigetelte. Az elektromosság a XIX. század második felére már önálló tudománnyá és jövedelmező iparággá erősödött.

A villamos távíró, az elektromos motor és különösen a villanyvilágítás rohamosan terjedt. Az egyenáramot nagyobb távolságra azonban csak jelentős teljesítményveszteséggel lehet vezetni; gazdaságosan csak a váltóáram továbbítható.

A magyar Ganz Gépgyár erősáramú villamos osztálya 1878-ban alakult. A néhány munkásból szervezett csoport Zipernowksy Károly (1853-1942) irányítása alatt számos remek villamos ívlámpát, motort, dinamót és generátort készített. (Az elektrotechnika magyar úttörőinek munkásságát méltó igényességgel tárgyalják az [1-5] szakirodalmak.)

A Ganz gyárban 1883-tól haláláig dolgozó Bláthy Ottó Titusz (1860-1939) már kisiskolás korában kitűnt gyors gondolkodásával és fejszámoló képességével. A tehetséges ifjú a bécsi műegyetemen szerzett gépészmérnöki diplomát.

Az 1884-es turini elektrotechnikai kiállításon a magyar gyárat Bláthy képviselte. A seregszemlén bemutatott Gaulard-Gibbs induktor nyitott pólusvégű vasmagját egy óvatlan pillanatban a szemfüles fiatal mérnök egy vasrúddal rövidre zárta, és ennek nyomán a készülék működésének számottevő javulását tapasztalta. A látottakat felhasználva Zipernowsky, Bláthy és Déri Miksa (1854-1938) tervei alapján rövidesen elkészült az első feszültségváltó. A zárt vasmagú, a hálózatra párhuzamosan kapcsolt transzformátor (a készülék elnevezése is a magyar feltalálóktól származik) magyar, osztrák és német szabadalmait 1885 márciusában jelentették be. A transzformátor bár a három legendás magyar nevével kapcsolódott össze, a zárt vasmagot vitathatatlanul Bláthy fedezte fel.

A villamos hálózatok alapeszköze a nemzetközi bemutatókon hatalmas elismerést kapott. A transzformátorral táplált ívlámpákat úgy lehetett ki-be kapcsolgatni, hogy fényerejükben a legcsekélyebb változás sem lépett fel. A nagy mérnök-triász leleménye rövidesen valamennyi komoly ipari országban szabadalmi védelmet nyert. Az évtizedekig a világ élvonalához tartozó magyar erősáramú ágazat első sikereként a gyártmányok és a szabadalmak értékesítése hatalmas bevételeket hozott.

A külföldi versenytársak azonban részint az elsőbbségi jogok elbitorlására, részint a szabadalmi igénypontok megkerülésére törekedtek. Angliában egy olyan cikkre hivatkozva semmisítették meg a zárt vasmagú transzformátor szabadalmát, amely éppenséggel annak megvalósíthatatlanságát igyekezett bizonygatni!

Edison 30.000 dollárért megvásárolta a licencet, ám a vételárból csupán 5.000 dollárt fizetett ki. A nagy feltaláló az egyenáram iránti, mániákus ragaszkodása okán ugyanis az opciót nem használta fel.

Az Edisonnal folytatott tárgyalások elhúzódása miatt a váltóáramú rendszerekben vezető Westinghouse céget a Ganz gyár nem kereste meg. Mire kiderült, hogy Edison nem kívánja alkalmazni a transzformátort, már késő volt: a Westinghouse több, a magyar szabadalmat megkerülő megoldást fejlesztett ki és dobott piacra. A sebtében összehozott készülékek gyakran halálos balesetet okoztak – amely tragédiák adták aztán Edisonnak a villamos kivégző eszköz ötletét.

Magyarországon a villamosmérnök képzés csupán 1949-ben indult el. Az erősáramú elektrotechnika világhírű hazai szakemberei – Kandó Kálmán (1869-1931), Verebélÿ László (1883-1959), Gohér Mihály (1895-1975), Simonyi Károly (1916-2001) – valamennyien gépészmérnöki diplomát szereztek. Apró érdekesség, hogy a legendás nagy triász harmadik tagja, az erősáramú forgógépek

és transzformátorok kiváló tudósa, Déri Miksa vízépítő mérnöki végzettséggel rendelkezett.

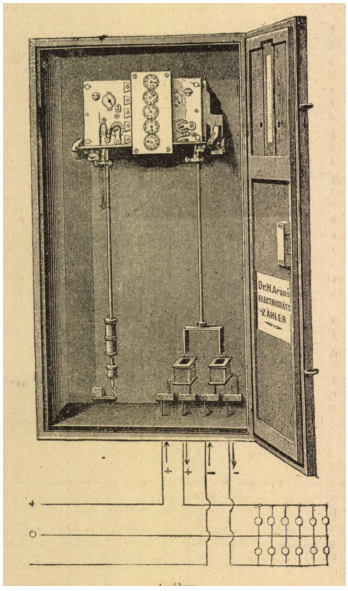
Bláthy – saját bevallása szerint – a bécsi Műegyetemen folytatott tanulmányai során a villamos berendezésekről semmiféle fontos ismeretet nem szerzett. A Ganz gyár elektromos osztályára kerülő fiatal mérnök Faraday és Maxwell munkáit kezdte tanulmányozni. 1889-ben fedezte fel az ún. mágneses Ohm törvényt és annak gyakorlati alkalmazását. Az új összefüggések és a vasanyagok mágnesezési görbéi segítségével világelsőként tudott mágneses köröket méretezni.

Az elektromos szolgáltatás fontos kérdése a felhasznált villamos energia mérése és elszámolása. Az egyenáramú rendszerek ötletes „villanyórája" a jénai Schott & Gen cég „Stia" műszere volt. A fogyasztó készülékein átfolyó áramerősség 1%-át a mérőkészülék higany-jódkáli oldatán keresztül vezetve az oldatból higany vált ki. A műszer függőleges, skálázott leolvasó csövében összegyűlő higany mennyisége egyenesen arányos volt a fogyasztó által felvett villamos energia mennyiségével. A mérőcső telítődése után a műszert leolvasó hivatalos személy a csövet 180°-kal átfordította, ezzel a higany visszafolyt az oldatba. Az így „nullázott" műszert eredeti helyzetébe visszafordítva és hatóságilag leplombálva a fogyasztásmérő tovább működött. A rendkívül stabil jódkáli vegyület és a mozgó alkatrész nélküli felépítés okán a „Stia" műszer semmiféle karbantartást nem igényelt.

1. ábra: *„Stia" elektrolitikus kWh mérő*

Az egyenáramú hálózatok Aron-féle fogyasztásmérő műszerében két inga működött. Az ingák egy-egy hagyományos mechanikus időmérő óraszerkezetet vezéreltek. Az egyik inga szabadon lengett, a másik, a végén elektromágnest hordozó a fogyasztó áramával átjárt, alsó tekercs fölött mozgott. Az ingára szerelt lengő tekercset a hálózati feszültségre kötötték.

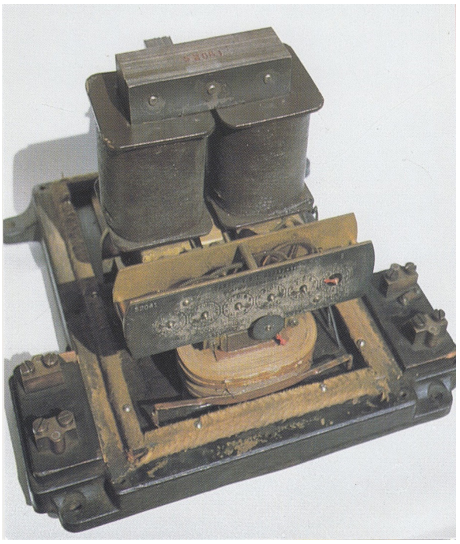
Az óra járását az álló tekercsen átfolyó áram erőssége és a mozgó tekercsnek a feszültség változásával változó árama együttesen befolyásolta. Az időmérő szerkezet késése vagy sietése a feszültség és az áramerősség együttes hatásától függött. Az egyenáramú hálózatból kivett villamos teljesítmény a normál működésű és a tekercsekkel módosított ingával vezérelt órákról leolvasott idő különbségével volt arányos. Csupán a felvett áramerősség időbeli változását az alul lévő áramtekercs által befolyásolt, állandó mágneseket hordozó ingával vezérelt szerkezet számszerűsítette.



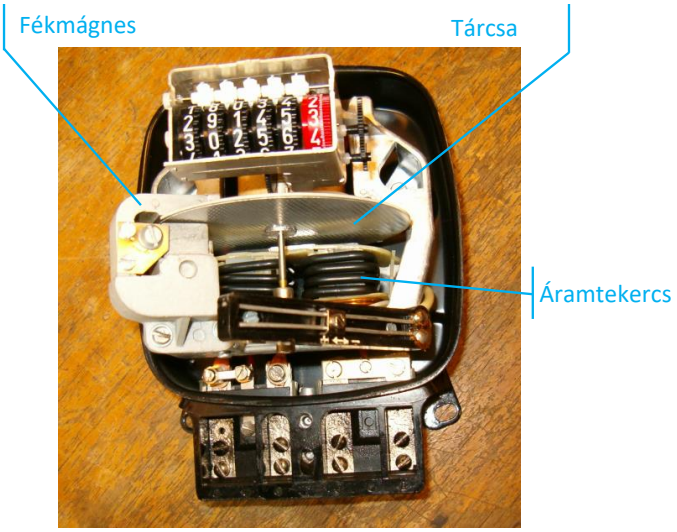
2. ábra: *Aron-féle ingás amperóra mérő műszer*

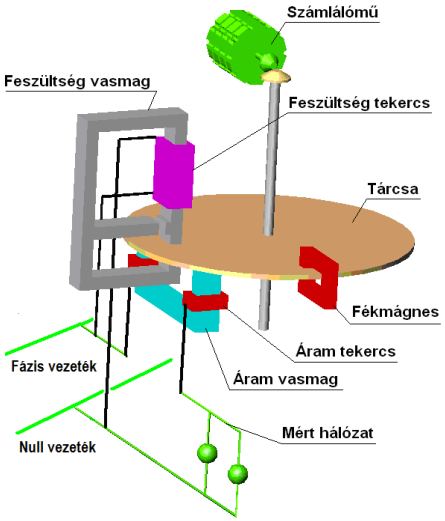
A XIX. század végén a társaságok előfizetőinek Budapesten a Magyar Villamossági RT váltóáramot, a Budapesti Általános Villamossági RT egyenáramot biztosított. A lakossági szolgáltatásból az egyenáramú rendszert idővel teljesen kiszorította a váltóáram. (Azonban a HÉV szerelvényeket 1000V, a metrókocsikat 750 V, a városi villamosokat és trolibuszokat 600 V egyenfeszültség hajtja.)

Bláthy különösen fontos találmánya volt a Magyar Királyi Szabadalmi Hivatalban 1902-ben 24611 számon bejegyzett *„Ferraris elvén alapuló indukciós váltakozó áramú fogyasztásmérő"*, a mindmáig használt klasszikus elektromechanikus villanyóra.



3. ábra: *Bláthy egy korai villanyórája a budapesti Elektrotechnikai Múzeum gyűjteményében*
(Dr. Antal Ildikó felvétele)





4. ábra: *Indukciós villanyóra szerkezete és vázlata*
(A szerző felvétele és rajza)

Az indukciós fogyasztásmérő működésének alapja a gerjesztett mágnesesség. A világszerte a legszélesebb körben elterjedt ún. Ferraris-tárcsás műszerek viszonylag egyszerű fizikai alapelveket és jelenségeket hasznosítanak.

I. A váltakozó villamos feszültségre kapcsolt tekercsben folyó áram változó mágneses teret hoz létre.
II. A létrejövő mágneses tér a közelében lévő villamos vezetőben feszültséget indukál, amely indukált feszültség hatására a vezetőben áram indul meg.
III. Az indukált feszültség árama egy újabb mágneses erőteret létesít.
IV. A tekercs és vezetőben folyó áramok mágneses erőterei kölcsönhatására vonzó vagy taszító erők lépnek fel.
V. Az erők hatására elmozdulás jön létre.

A műszer jól ismert, látványos alkatrésze a függőleges tengely körül forgó ún. Ferraris tárcsa. A tárcsa a műszer belsejében elhelyezett két darab, 90°-ban eltolt vasmag mágneses mezőiben mozog. Az egyik vasmagra csévélt, kis átmérőjű huzalból készült, nagy menetszámú ún. fázis tekercs a hálózat fázis és null vezetéke közé van kötve. A másik vasmag nagy átmérőjű, kis menetszámú tekercsén a fogyasztók felvett árama halad át.

A tekercsek hozzák létre a műszer elsődleges mágneses tereit. Ezek hatására a Ferraris tárcsában köráramok indulnak meg. A köráramok saját mágneses tereinek és a gerjesztő tekercsek mágneses tereinek kölcsönhatása forgatónyomatékot ébreszt. Ez a nyomaték hozza forgásba a tárcsát, a forgó tárcsa pedig a fogaskerék áttételes számlálóművet hajtja meg.

A villanyóra szabatos működésének meghatározó eleme a fékmágnes. A tárcsa a fékmágnes légrésében forog, a tárcsában egy további köráram indul el, amelynek mágneses hatása a tárcsát fékezi.

A fékmágnes térerejének gondos beszabályozása biztosítja a műszer garantált mérési pontosságát.

Bláthy fél évszázadot átívelő, hatalmas szakmai munkássága mellett különösen sokoldalú, színes egyéniség volt. Papír és ceruza nélkül, fejben 8-10 jegyű számokkal hibátlanul számolt. Gyakran fejszámoló művészeket is zavarba hozott, amikor előadásaikon pillanatokon belül bemondta a helyes eredményt. Egyik emlékezetes bravúrja volt, amikor n = 13-ig fejben, hibátlanul kalkulálta ki az n^n sorozat értékeit. ($2^2 = 4$, $3^3 = 27$, $4^4 = 256$, ... , $13^{13} = 302\ 875\ 106\ 592\ 253$).

Bláthy remek sakkozó volt, már egészen fiatal korától rendszeresen küldte be a folyóiratok sakkrovataiban kitűzött feladványok hibátlan megoldásait. Újévi üdvözlőlapjain saját, igényes sakkrejtvényeivel kedveskedett a barátainak, sokáig a Magyar Sakkszövetség elnöki tisztét is betöltötte. Számos, sok résztvevővel játszott vak szimultán mérkőzése mellett máig ő tartja a rekordot a leghosszabb, 292 lépéses, ún. illegális sakkfeladványával (azaz olyan állással, amely szabályos játszma során nem jöhet létre). Életében mintegy 400 sakkrejtvénye jelent meg. Az itt bemutatott feladványban a világos király és egyetlen huszárja küzd a teljes sötét táborral, és 12 lépésben mattot ad. (A megoldás részleteit lásd http://www.sakk-magazin.hu/extra/feladvanyok/felah1-d5.htm)

5. ábra: *Bláthy nevezetes sakkfeladványa*

Bláthy széles körű humán műveltsége, briliáns angol, német, francia és olasz nyelvtudása mellett kora közkedvelt sportembereként volt ismert. Múlhatatlan érdemeket szerzett a kerékpározás hazai elterjesztésében, a maga tervezte, fogaskerék áttételes velocipéden, később a mai alakú kerékpárján hatalmas utakat tett meg.

A Magyar Mérnök és Építész Egylet 1892. december 17-i ülésén tartott előadásának címe: *„Mi a műszakilag helyes magyarázata annak, hogy az ember ugyanavval a megerőltetéssel bycilin közel kétszer akkora utat tehet, mint gyalog?”*

A gyaloglással és kerékpáron elért legjobb sporteredmények ismertetését követően Bláthy részletesen elemezte a haladást akadályozó tényezőket. Az összefoglaló magyarázat egyik érdekes része: *„A gyalogláskor és futáskor minden lépéssel az egész test súlyát egy pár centiméterrel emelnünk kell, hogy a lépést megtehessük, és ezt a munkát nem használhatjuk fel a tulajdonképpen a haladást akadályozó ellentállásokat leküzdeni, míg a velocipében az egész test állandó magasságban marad, és a fel és lejáró két láb súlyát a diagonálisan álló hajtókák egyensúlyban tartják, úgy hogy az izmok által kifejtett munka az első három pontban felsorolt akadályok leküzdésére használható fel. A vasparipa elsőbbségének oka tehát tulajdonképpen az izmok fiziológiájában keresendő.”*

A Természettudományi Közlöny 1898-as évfolyamában megjelent novemberi (351-dik) füzetben higgadt érveléssel magyarázta el egy meglódult fantáziájú olvasónak, miféle *„...okok tették lehetetlenné, hogy vitorlát használjanak a mindenféle utakon közlekedő szekérművekre és első sorban a kerékpárra”.* A magyar kerékpáros egyesület vezetőségi tagjaként azonban lelkesen üdvözölte a gépkocsi megjelenését is. Budapesten az elsők között vásárolt és vezetett benzin üzemű járművet, sőt az autóklub alelnökeként gépkocsiversenyek szervezésével is foglalkozott.

A Magyar Nemzet 1902. március 30-i számában megjelent tudósítás szerint *„Kutyavásárral és szépségversenynyel egybekötött kutyakiállítás nyílt meg ma a fővárosban.”* A színes beszámoló a legapróbb részletekre is kitért: *„A jelesen dresszírozott ebek a városligeti czirkusz istállójában vannak elhelyezve, az apróbbak kicsi faládákban, a nagyobbak a lovaknak szánt jászolok elé kötve. Konstatálnunk kell, hogy a nagy kutyasokadalom ellenére példás rend van a kiállításban, a haragos komondorok s a szelíd foxok egyaránt megbecsülik önmagukat s nyájas leereszkedéssel, stoikus nyugalommal fogadják a látogatókat. Csak nagy ritkán bomlik meg a rend és nyugalom, midőn a chow-how nevű exotikus kínai ebek, az állatkert tulajdonai megadják a jelt az ugatásra.”*

A tekintélyes zsűri döntése szerint a Szt. Bernát-hegyiek legszebb példányának Bláthy Ottó Titusz *„Macska”* és *„Pallos II”,* második helyezettnek *„Kormos”* nevű kutyái ítéltettek.

Jóllehet Bláthy udvari tanácsos címét és a címmel együtt járó méltóságos titulust a hivatalos indoklás szerint műszaki alkotásai elismeréseként kapta, valójában gyönyörű fajkutyáival hívta fel magára őfelsége I. Ferencz József megtisztelő figyelmét. (Az országgyűlési képviselők és tanácsosok, a volt főrendiházi tagok, a vármegyék alispánjai és főjegyzői szintén „méltóságos urak” voltak. Ezt a címet megkapta a képviselőház elnöke, a székesfőváros főpolgármestere, számos arra érdemes főiskolai tanár, a MÁV igazgatója és a Kúria elnöke is.)

Bláthy munkásságát a későbbi évtizedek során a magyar állam mellett a hazai és nemzetközi tudomány számos magas kitüntetéssel és társulati tagsággal ismerte el.

A méltán megbecsült, jómódú mérnök nagyvonalúsága és költséges passziói (szép nők, kutyatenyésztés, drága utazások, járművek) mellett a ritka keleti szőnyegek gyűjtése, valamint az első világháború pénzromlása következtében vagyonát nagyrészt elvesztette. Gyönyörű, a svábhegyi fogaskerekű vasút alsó végállomásával szemben épített villáját eladni kényszerült, 1918-tól utolsó napig aktív, alkotó élete további szakaszán a Hungária Szállóban lakott.

Laczik Bálint

Irodalomjegyzék

[1] Gohér M.: Zipernowky-Déry-Bláthy, a transzformátorrendszer három magyar feltalálója, Műszaki Nagyjaink II. kötet, a GTE kiadása, Budapest, 1967, 273-310 o.
[2] Gohér M.: Zipernowky Károly, Műszaki Nagyjaink II. kötet, a GTE kiadása, Budapest, 1967, 311-332 o.
[3] Gohér M.: Déri Miksa, Műszaki Nagyjaink II. kötet, a GTE kiadása, Budapest, 1967, 333-350 o.
[4] Gohér M.: Bláthy Ottó Titusz, Műszaki Nagyjaink II. kötet, a GTE kiadása, Budapest, 1967, 333-427 o.
[5] Füstöss L.: A maxwelli elektromágnesség és magyarországi fogadtatása, Magyar Tudománytörténeti Intézet 2008

MOL Petrolkémia Zrt. Meghibásodási Archívuma – 3. rész

MOL Petrochemicals Ltd. Failure Archive – Part 3

1. Bevezetés

A MOL Petrolkémia Zrt. Meghibásodási Archívum sorozat következő részét rendhagyóra terveztünk. Most nem több károsodási mechanizmusból, meghibásodásból szemezgetünk, hanem az Archívum egyik „leglátványosabb" darabját mutatjuk be – lásd 1. ábra – részletesen kifejtve a bekövetkezetett káresetet, az okait, a következményeit és a levont tanulságokat.

2. Az esemény rövid leírása

A TVK Nyrt. PP-2 üzemében 2001. június 27-én 0:38-kor az R-600 pozíció számú ataktikus polipropilén és hulladék oldószer kiadó tartály a belső intenzív gázfejlődés okozta túlnyomás hatására széthasadt. A szétszakadó készülékből hirtelen szabadra jutó és a levegővel robbanóképes elegyet alkotó oldószer gőzök és gázok berobbantak. A tartályból szétfröccsenő, folyadék halmazállapotú anyag begyulladt, helyi tüzeket okozva, amelyeket rövid időn belül sikerült eloltani.

3. Okok

Az üzem – kereskedelmi és gazdasági szempontok miatt – másfél éve szakaszosan üzemelt. Periodikusan indították be különböző katalizátor típusok kihozatalának felmérésére. Majd ismét leállították a kiértékelés időtartamára. A baleset bekövetkezésekor a gyár üzemkész (stand by) állapotban volt, ami azt jelenti, hogy a polimerizáció újraindításához szükséges kiszolgáló egységek működtek.

A hulladékanyag kiadó rendszer, amelyhez az R-600 tartozott – mint kiszolgáló egység – szintén üzemelt. A rendszer feladata a polimerizáció során keletkező ataktikus polipropilén, valamint a technológia különböző pontjairól származó oldószerek gyűjtése és továbbítása volt a hulladékégetőbe. Az oldószer vegyületek gyűjtése a TK-450 és TK-55 jelű tartályokban történt és innen került át az R-600 jelű készülékbe úgy, hogy közben ataktikus propilénnel keveredett.

Az R-600 egy fűtőköpennyel és belső keverővel ellátott készülék volt, térfogata 5,5 m^3. A készülék csúszógyűrűs, olajellennyomású tömszelencével ellátott keverőberendezéssel volt felszerelve, köpenyfűtését 1,4 bar túlnyomású gőzzel táplálták, biztonsági szelepe 0,7 bar túlnyomásra volt beállítva. A készülék légterét állandó nitrogén öblítéssel cserélték, ez szolgált az oldószergőzök elvezetésére a fáklyához.

A balesetet megelőző gyártási ciklus után megmaradt aktivátor oldat maradékot (1500-1600 liter 27,4 %-os modifikált dietil-alumínium-klorid (m-DEAC) hexánban oldva) semlegesítés céljából – rendhagyó módon és írásos utasítás biztosítása nélkül – a TK-460 tartályba ürítették. Mivel az aktivátor oldat izobutil-alkohollal és

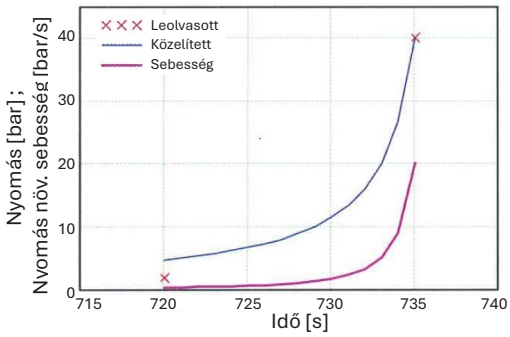
1. ábra: A Meghibásodási Archívumban található R-600 tartály

propilén-oxiddal is keveredett, biztosra vették az m-DEAC dezaktiválását. Elmaradt azonban a laboratóriumi bevizsgálás, amely ezt igazolta volna.

Az oldószer/oldat elegy áttárolásra került az R-600 tartályba, ahol az oldat az oldószer elgőzölögtetése után erősen betöményedett. A besűrűsödött oldat és az ataktikus polipropilén olvadék elegy keverhetősége és a hőátadás lecsökkent. Helyi túlmelegedések alakultak ki, ezeken a helyeken megindult az aktív alumínium-alkil bomlása. Ez a bomlás hőtermelődéssel járó (exoterm) folyamat. Az így kialakult lokális hőhatás beindította a dezaktivált m-DEAC bomlását is. A szintén exoterm folyamat tovább növelte a hőmérséklet, és ezzel arányosan a készülékben kialakult nyomás exponenciális jellegű növekedését.

A nyomásnövekedés mértéke olyan ütemű volt, hogy a nyomás felső határérték riasztástól az utolsóként regisztrált 1,8 bar értéken át, mintegy 15 másodperc alatt elérte a robbanási nyomást, a 40 bar értéket. Az utolsó másodpercben a nyomásnövekedési sebesség 20 bar/s valószínűsíthető, lásd 2. ábra.

A sokszoros térfogatnövekedéssel járó bomlás olyan gyors volt, hogy a fáklya felé való lefúvatás érdemben nem tudta befolyásolni a mintegy 40 bar belső túlnyomás kialakulását.



2. ábra: Modellezéssel meghatározott közelítő nyomás növekedési sebesség diagram

3. ábra: *A tartályból kirepülő keverőelem, melyet a csőhídon egy működő hexán vezeték tartott meg*

4. Hatása

A belső nyomás növekedés hatására a készülék oldható kötései megnyúltak. A készülék búvónyílása kb. 30 bar nyomáson tömörtelenné vált, de a nyomás további növekedésével kb. 8 mm-es résméret alakult ki egészen a csavarok elszakadásáig, amikor a tartály búvónyílása elrepült és több csőtartónak ütközve kb. 70 méterre megállt. A biztonsági szelep csonk letört és mintegy 200 méterrel arrébb – a TVK területén kívül – lévő trafóház mellé csapódott. A készülék tetején található keverőelem a fedél egy darabjával együtt kiszakadt és elrepült, majd a tartálytól mintegy 50 m-re, a 2,7 m magasan elhelyezkedő csőhídon futó vezetékekre zuhant. A keverőt egy ausztenites acél anyagból készült működő hexán vezeték tartotta meg, amely több métert nyúlt, de nem szakadt el, lásd a 3. ábrán. A csőhídon mellette egy szénacél szerkezeti anyagból készült üzemelő propilén vezeték is volt, amelyet a lezuhanó keverő csak megsértett. A készülék felül szabaddá vált, szénhidrogén jutott a szabadba.

A szabadba kerülő szénhidrogén gőz/gáz a levegővel keveredve belobbant. A lobbanásból több tíz méter átmérőjű tűzgömb keletkezett. A nyílt téri robbanásból adódó nyomáshullám a négy készülékpatát leszakította és a készülék mintegy 45°-ot elfordulva a talajra csapódott, lásd 4. ábra.

Az elrepülő szerkezeti elemek romboló hatására a környezetben lévő épületek, csőhidak, megsérültek.

A csőhídi vizsgálatok során 91 vezetékszakasz kb. 7100 m hosszban került ellenőrzésre, ebből 32 vezeték szakasznál kb. 270 m hosszan volt szükséges a csere elvégzése.

A szerencsés körülményeknek köszönhetően a robbanás személyi sérülést nem okozott. A robbanásból származó károk helyreállítási értéke az eredeti készülék árának körülbelül tízszerese volt.

A baleset kivizsgálásába felkért külső szakértők: **Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Kémiai Technológiai Tanszék, Debreceni Egyetem Természettudományi Kar Alkalmazott Kémiai Tanszék, AKZO-NOBEL, Miskolci Egyetem Savacad Vegyipari Gépészeti Kft.** A Vizsgálóbizottság munkájában közreműködött a TVK Központi Laboratórium és a TVK Biztonságtechnika, Metallográfia.

4. ábra: *A pódiumról leszakadt tartály a robbanás után*

A Meghibásodási Archívumban található R-600 tartály és sérült szerkezeti elemei az 5. ábrán láthatóak.

5. ábra: *A Meghibásodási Archívumban található R-600 jelű tartály sérült szerkezeti elemei*

5. Tanulságok

Kis változtatásnak is komoly következményei lehetnek.

A folyamatbiztonsági rendszer egyik legfontosabb eleme a változáskezelés (MOC: Management of change). Nem elég azonban a szerkezetben bekövetkezett változásokat kezelni, hanem a technológiai jellegű változásokra is veszély- és kockázat elemzést kell végezni!

Kocsis-Galuska Anna
Joó Gyula
MOL Petrolkémia

Közelgő nemzetközi konferenciák

Helyszín: Mumbai, India
Időpont: 2025. december 11-13.
További részletek:
https://www.isntnde.in/

Az Indian Society for Nondestructive Testing (ISNT) meghívja Önt az NDE 2025 konferenciára, amely India legnagyobb NDE eseménye, mely szakembereket, kutatókat, döntéshozókat vonz világszerte.

Az immár 35. alkalommal megrendezésre kerülő NDE 2025 konferencia tovább viszi azt a hagyományt, hogy fő esemény legyen a roncsolásmentes vizsgálatok világa számára. A konferencia idei fő témája: „NDE Empowering Industrial Excellence" – „Az NDE, mint az ipari kiválóság motorja" utalva arra, hogy az NDE megerősíti az ipari kiválóságot, biztonságot és innovációt az alábbi területeken:

- Olaj- és gázipar
- Energiaipar
- Fémek és anyagok
- Gyártás és független vizsgálatok
- Közlekedés (beleértve az autóipart, vasúti-, légi- és vizi közlekedést).

Örömmel jelentjük be, hogy regisztráció nyílt az 17. Asia Pacific Conference on Nondestructive Testing (APCNDT 2026) eseményre, melyet 2026. május 11-15. között tartanak Honolulu, Hawaii városában.
Téma: „Határok áttörése: NDT-megoldások egy változó világ számára"

Mire számíthat:

- Négy nap technikai szekciókkal, panelbeszélgetésekkel és ipari előadásokkal.
- Dinamikus kiállítás, ahol a legkorszerűbb NDT technológiák és megoldások kerülnek bemutatásra.
- Inspiráló keynote előadók és vezető gondolkodók részvétele.
- Kiváló lehetőségek szakmai hálózatépítésre.
- Kiállítói lehetőségek: A kiállítóknak 15 óra kiállítási idő áll rendelkezésre, mely ideális alkalom bemutatni termékeiket és technológiáikat.

Helyszín: Honolulu, Hawaii
Időpont: 2026. május 11-15.
További részletek:
www.apcndt2026.com

A COFREND felhívást tesz közzé előadások benyújtására a 2026. május 19–21. között, Lyonban megrendezendő COFREND Days 2026 eseményre
Téma: „NDT, See to Foresee" – betekintés a roncsolásmentes vizsgálatok (NDT) legújabb fejlesztéseibe.
Helyszín: Lyon, Franciaország
Időpont: 2026. május 19-21.

A tudományos program tartalmazza:

- technikai szekciókat
- egy nemzetközi szekciót
- a 9. SHM@COFREND Nap
- a 8. COFREND Doctoriales (PhD hallgatók részére) eseményt

www.cofrend2026.com

dgzfp JAHRES TAGUNG 2026 AACHEN
11. – 13. Mai

A DGZfP (Német Társaság a Roncsolásmentes Vizsgálatokért) meghívja az NDT közösséget 2026. évi konferenciájára, amely 2026. május 11-13. között lesz Aachenben, Németországban.

A tudományos munkák véleményezése lektorált folyamat keretében történik. Az elfogadott munkákat lehetőség nyílik publikálni a Research and Review Journal of Nondestructive Testing (ReJNDT) folyóiratban, az NDT.net együttműködésével.

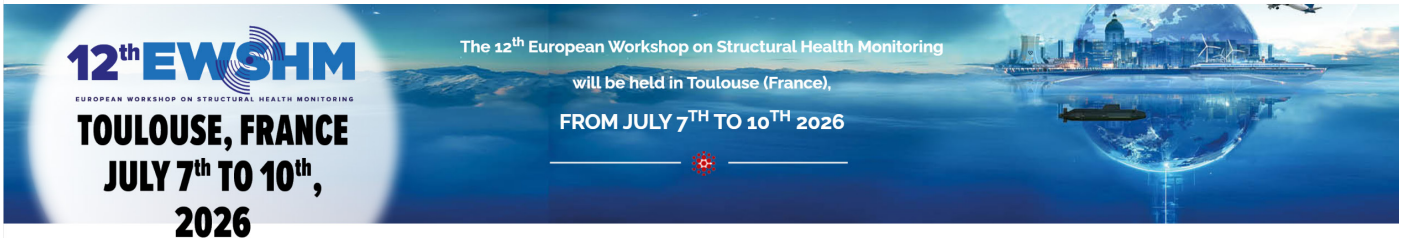
A végleges, elfogadott cikkek szabadon elérhetők lesznek a DGZfP archívumában az NDT.net platformon.

A konferencia gazdag ipari kiállítással, poszter bemutatókkal, nyílt fórumokkal, technikai vitákkal és networking lehetőségekkel várja a résztvevőket.
Helyszín: Aachen, Németország
Időpont: 2026. május 11-13.
További információ:
https://jahrestagung2026.dgzfp.de

Helyszín: Verona, Olaszország
Időpont: 2026. június 15-19.
További részletek:
https://www.ecndt2026.org/

Az ECNDT 2026 (European Conference on Non-Destructive Testing) Európa vezető roncsolásmentes vizsgálati konferenciája, melyet az AIPnD (olasz NDT társaság) szervez. A konferencia célja, hogy szakemberek, kutatók és ipari szereplők megoszthassák innovációikat, kutatásaikat és legújabb technológiáikat az ellenőrzés és minőségbiztosítás területén.

A konferencia négy fő tématerületet jelöl meg: módszerek, alkalmazások, fejlett módszerek és humán tényező. A konferencia előadáskötetéhez benyújtott teljes változatú cikkek szabad hozzáféréssel lesznek elérhetők az NDT.net Open Access Archívumban, egy speciális szám formájában az e-Journal of Nondestructive Testing (eJNDT) keretében.



A 12. European Workshop on Structural Health Monitoring (EWSHM 2026) tudományos bizottsága felhívja a kutatókat és szakembereket, hogy nyújtsák be előadásaikat és posztereiket az eseményre, amelyet 2026. július 7-10. között tartanak Toulouse városában, a Pierre Baudis Konferenciaközpontban.

Az EWSHM Európa vezető konferenciája a szerkezeti állapotfigyelés (SHM) témakörében – olyan technológiák és alkalmazások bemutatására fókuszál, amelyek lehetővé teszik infrastruktúrák állapotának folyamatos nyomon követését.

A tudományos program tartalmaz: technikai szekciókat; kb. 300 tudományos előadást, köztük speciális szekciókat; „SHM in action” szekciót, amely valós alkalmazásokat mutat be; Students & Young Professionals Challenge versenyt fiatalabb kutatók számára.

Helyszín: Toulouse, Franciaország
Időpont: 2026. július 7-10.
További információk:
https://www.ewshm2026.com/

Az ANDTE 2026 – első ázsiai NDT Eszköz- és Technológiai Kiállítás – 2026. november 3–5. között kerül megrendezésre Hong Kongban.

Az esemény célja, hogy egy dedikált platformot biztosítson az NDT iparág szereplőinek, technológiai innovátorainak, műszergyártóknak, kutatóknak és mérnököknek, ahol bemutathatják legújabb fejlesztéseiket és termékeiket, valamint kapcsolatokat építhetnek nemzetközi szinten.

A kiválasztott cikkek végleges változatai nyílt hozzáféréssel lesznek elérhetők az NDT.net archívumában az e-Journal of Nondestructive Testing (eJNDT) folyóiratban.
Helyszín: Hong Kong
Időpont: 2026. november 3-5.
Korai regisztrációs határidő: 2026. március 31.
További információ:
https://www.andte.org/

Free • Online • On-demand
NDTonline
November 2026 by NDT.net

Az NDT.net tisztelettel meghirdeti az ingyenes, online NDTonline 2026 konferenciát!

Az esemény a platform 30. évfordulójához kapcsolódik, és témája: „30 év NDT – egy átalakuló terület”. Célja a közösség összekapcsolása: a konferencia párbeszédet kezdeményez, támogatja a tudásátadást, és hosszú távú digitális archívum létrehozását szolgálja. Az eseményre 2026 novemberében kerül sor.

A részvétel ingyenes, az előadások és tartalmak bármikor elérhetők lesznek.

A program három fő irány mentén épül:

- Visszatekintés – hogyan fejlődött az NDT az elmúlt 30 évben
- Mai állapot – melyek a jelenlegi korszerű technikák és alkalmazások
- Jövőkép – milyen trendek, technológiák alakítják az NDT következő éveit

A konferencia tartalmaz majd mélyreható előadásokat, panelbeszélgetéseket, posztereket, ipari bemutatókat és termékek demonstrációját.
https://www.ndt.net/search/docs.php3?id=31899

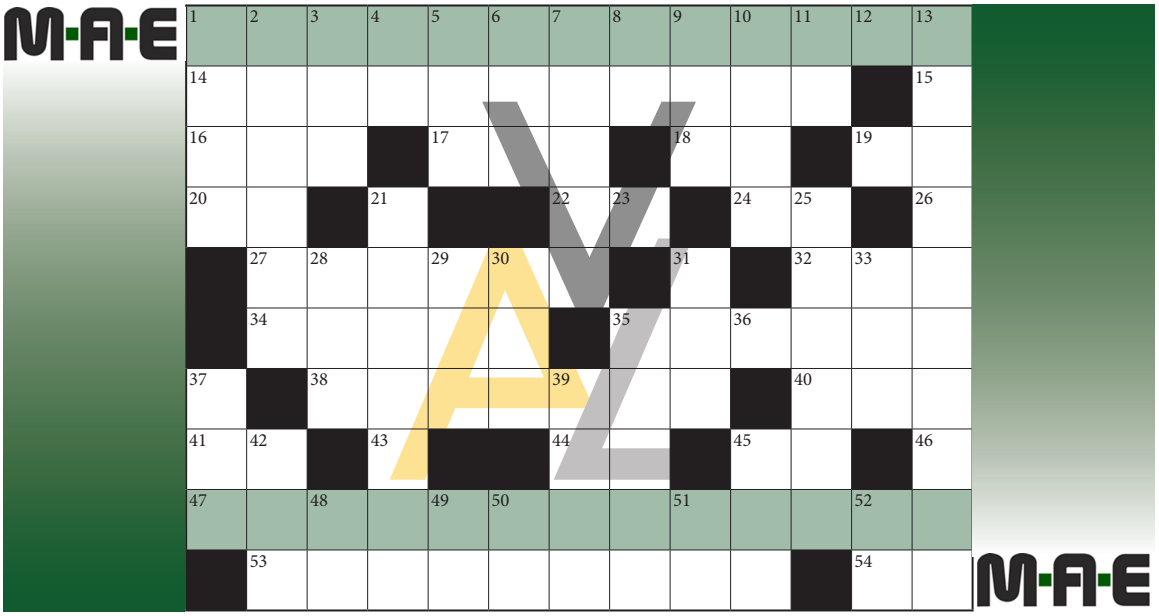
Tájékoztatjuk, hogy a Roncsolásmentes Vizsgálatok 21. Világkonferenciája (WCNDT 2028) az ICNDT égisze alatt kerül megrendezésre Buenos Airesben, Argentínában.

A roncsolásmentes vizsgálatok egyik legnagyobb presztízsű nemzetközi eseményeként a 21. WCNDT kiváló lehetőséget biztosít vállalatok, szakemberek és nemzetközi szakértők számára, hogy találkozzanak, tudást osszanak meg, és együttműködjenek a roncsolásmentes vizsgálatok és szerkezeti értékelés legújabb fejlesztéseiben.

A konferencia és kiállítás lebonyolítására kiválóan alkalmas környezet biztosítja, hogy a 21. WCNDT minden résztvevő számára maradandó élményt nyújtson.

Helyszín: Buenos Aires, Argentína
Időpont: 2028. május 15-19.
További információk:
https://wcndt2028.com/

Anyagvizsgálók Lapja keresztrejtvény



Vízszintes

1. Francia matematikus
14. Növény mellékága
15. Kérdőszó
16. Befektetés arányos megtérülés, röv.
17. Magot szór
18. Török autók jelzése
19. 2004. május 1 – től vagyunk a tagja
20. Ón
21. Japán autók jelzése
22. Kicsoda?
24. Azonos magánhangzók
26. Ajánlott betű
27. Óvadék
31. Olasz autók jelzése
32. Idegen férfinév
34. Alkalmilag rögtönözve idegen szóval
35. Gúnyol
37. Elején befagy!
38. Baja környéki településről származó
40. …mars
41. Azonos mássalhangzók
43. Sugár
44. – ra párja
45. Holland autók jelzése
46. Gauss
47. Osztrák származású fizikus
53. Mintegy 200 millió ember beszéli
54. A tegnap holnapja

Függőleges

1. Fátum
2. Női név becézve
3. Metilén-difenil-izocianát
4. Rövid előadás!
5. Olvadék röviden
6. Menhely közepe!
7. A patát védi kopás ellen
8. Tojás középen!
9. Helyben
10. Női név
11. Azonos mássalhangzók
12. Oxigén
13. Ideggyógyászat
19. Kérdőszó
21. Erdei növény
23. Erre tesszük fel a pontot
25. Helység a Gyergyói-medencében
28. Állami bevétel
29. Angolszász mértékegység
30. „ICM”
31. Ovi után jön
33. Szélhárfa
35. Régi magyar férfinév
36. Út eleje!
37. Német gépkocsi márka
39. Homály, árnyék
42. Kihalt nagytestű madár
45. Adóhivatalunk
48. Falragasz közepe!
49. Szigetország autóinak jele
50. Angol névelő
51. Például
52. Cigaretta márka

A helyes megfejtők között a **Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete (MAE)** által felajánlott ajándék kerül kisorsolásra.

A megfejtéseket az *avilap.szerk@gmail.com* email címre várjuk, ahol a tárgy mezőbe tüntesse fel a *"Keresztrejtvény" kifejezést*.

Beküldési határidő: **2025. december 23.**

A 2025/I-II. lapszám keresztrejtvényének nyertese: Bézi Zoltán

 ISSN: 1215-8410

GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

Lezajlott a 45. Balatoni Ankét

Sikeresen zárult Siófokon a Hotel Azúrban a 45. Balatoni Ankét

a GTE Százhalombattai Területi Szervezete és
a Magyar Hegesztési Egyesület szervezésében.

Az esemény néhány pillanata képekben:

Részletek és beszámoló a rendezvényről

a következő lapszámban!

Találkozhatunk ugyanitt 2026. november 12-14. között a 46. Balatoni Ankéton!

MAE

12. AGY KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

Anyagvizsgálat a gyakorlatban szakmai konferencia és kiállítás

2026 JÚNIUS 3-5

MISKOLCTAPOLCA AURORA HOTEL**

HTTPS://MAE-AGY.HU/

Az előző AGY konferenciák hagyományához híven a 12. AGY célja is, az anyagvizsgálat szakterületén tevékenykedő szervezetek, cégek, intézmények és szakemberek, különösen az ipari anyagvizsgálat területén dolgozó szakemberek tapasztalatcseréjének elősegítése, megkülönböztetett figyelmet fordítva a szakterület fejlődési irányainak áttekintésére, melyet rendezvényünkön a szakterület teljes spektrumát lefedő szakmai kiállítással is igyekszünk támogatni.