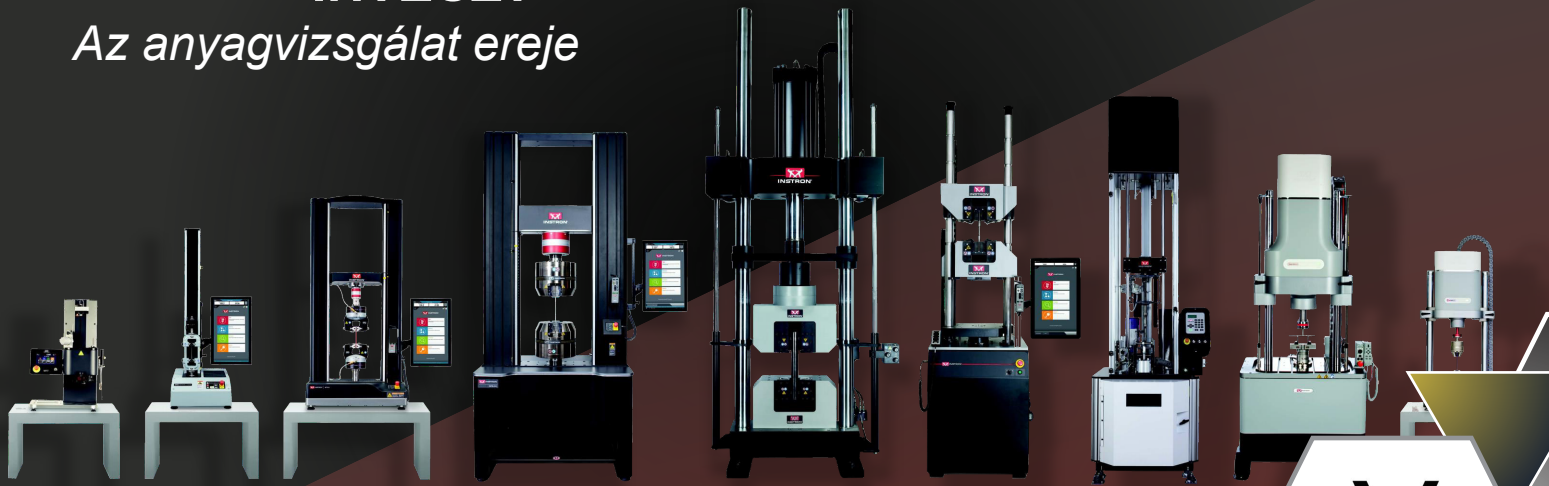


Anyagvizsgálók Lapja

Az Ország vezető szaklapja

INTESZT –
Az anyagvizsgálat ereje



A lap kiemelt
támogatója:



INTESZT Méréstechnika
Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.



**MOL Károsodási
archívum**
3. rész



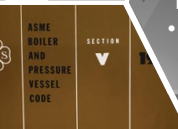
**Trampus Péter
Emléknep
beszámolója**

Díjazottak
Nyomástartó rendszerek
Biztonságáért Díj
Dr. Somogyi Sándor,
MAROVISZ Díj
Skopál István részére



**Szakmai
cikkeink:**

- Roncsolásmentes vizsgálati rendszerek minősítése
- Egy irányban erősített szénszál/epoxi kompozitok vizsgálata



NONDESTRUCTIVE
EXAMINATION

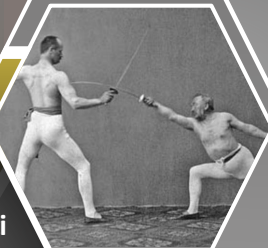


**BRIDGING
THE GAP**
Könyvismertetés

**Szerkezet-
integritási és
Roncsolásmentes
Vizsgáló
Szakmérnök –
III. évfolyam**



**Interjú
Marosi Ákossal**



**Technikatörténeti
rovatunk:**
En garde, Herr Professor

**2025/IV.
lapszám**

Új elektro-mechanikus anyagvizsgáló gépek az INSTRON-tól

Az INSTRON 3400 és 6800 sorozat az INSTRON két új berendezés-családja, amelyek a legújabb technológiai fejlesztések eredményeit hordozzák magukban.



INSTRON 3400 SOROZAT

Költséghatékony, kiváló ár/értékarányt képviselő berendezéscsalád, amely elsősorban minőségbiztosítási applikációkra javasolt, költségkímélő megoldás.

Jellemzői:

- Egyoszlopos (500N, 1kN, 2kN, 5kN), kétoszlopos asztali (5kN, 10kN, 30kN, 50kN, 100kN) változatai léteznek.
- Kompatibilis az Instron legkorszerűbb érintőképernyős vezérlőpanelével.
- Tervezések a kezelő biztonságának garantálására fokozott figyelmet fordított a gyártó:
 - A potenciális veszélyforrást rejtő parancsok (pl. gyorsvisszatérés, gyorspozicionálás) kiadása előtt az „unlock” gomb megnyomása szükséges.
 - Rendelkezik ütközésvédelmi funkcióval.
 - A „Smart Close Air Kit” opció a pneumatikus befogó használata esetén nyújt fokozott biztonságot: a próbatest befogásának szakaszában az elektronika csak egy csökkentett sűrített-levegő nyomást enged a befogóra, ami éppen arra elegendő, hogy a próbatest megfogása (súlyának megtartása) megtörténhessen. A csökkentett szorítóerőnek köszönhetően minimalizálható az ujjbecsípődés kockázata, illetve a becsípődés okozta sérülés súlyossága. A teljes megszorító erő csak a vizsgálat indítását követően kerül kifejtésre.
- Szénkefe nélküli, karbantartásmentes AC szervomotor hajtja, melynek köszönhetően magasabb teljesítmény-karakterisztika érhető el ciklikus, kúszási (creep), és relaxációs (relaxation) vizsgálatok esetén.
- Magas szintű hardver diagnosztika funkcióval van ellátva, amely gyorsabb hibakeresést tesz lehetővé (akár távoli eléréssel) így a javítási költség és állásidő minimalizálható.

INSTRON 6800 SOROZAT

Az INSTRON felső kategóriás elektro-mechanikus berendezéscsaládja, amelyet elsősorban kutatási fejlesztési applikációkra és műszaki szempontból magas elvárásokat támasztó mérési feladatok esetén javasolunk (kompozit vizsgálat, repülőgép ipar, orvostechnikai applikációk, sokcsatornás adatgyűjtés stb.).

A 6800 sorozat természetesen a 3400 sorozat szolgáltatásait is magában hordozza és ezen felül az alábbi extra funkciókat biztosítja:

- Hardveres kezelőpanel (távírányító)
- Rendelkezik aktív próbatest-védelmi funkcióval, mely megakadályozza, hogy a befogás vagy a próbatest előhevítése alatt (hőtágulás miatt) nem kívánt előterhelés jusson a próbatestre.
- Rendelkezik abszolút keresztfej-pozíció mérési funkcióval: az egyes vizsgálati konfigurációkhoz (Pl. szakító, hajlító nyomó stb.) vagy különböző próbatest hosszakhoz tartozó keresztfej pozíciókat a berendezés el tudja tárolni a mérési módszer fájlban.
- Az adatgyűjtés gyakorisága állítható fix időintervallumokra vagy erő-, pozíció-, nyúlás csatornákon megadott növekményekre.
- Akár 5000 Hz szinkronizált valós adatgyűjtés egyidejűleg az összes csatornára.
- Opcionálisan csatlakoztatható, adatgyűjtésre- és vezérlésre is alkalmas mérőcsatornák száma 11 db.



Előszó

Mélyen tisztelt Olvasóim!



Szomorúan jelzem, hogy szerkesztőbizottságunk újból „utóvizsgára” jelentkezik! Újabb okokat (szakmai cikk és finanszírozás hiánya) nem tudok felsorolni, előráncigálni, hiszen nem az én kezemből van a varázslók hosszú, hegyes kalapja! Igaz, hazánkban sok minden történt 2026 év eddigi periódusában. Túl vagyunk egy parlamenti választáson, ami „földcsuszamlás szerű” változást eredményezett. Ez egyben figyelmeztetésnek is felfogható arra nézve, hogy hazánk lakossága nem tekinthető egy olyan „csordának”, amelyet egyetlen „gulyás” kénye-kedve szerint terelhet a realitások (szinte) teljes figyelmen kívül hagyásával.

Tudomásul kell venni mindenkinek, hogy nemzetközi közösségben élünk és életfeltételeinket önmagunk munkájával kell biztosítani. A jól ismert hasonlattal élve „egy csapatban focizunk” elvet kell követnünk. Ebbe nem fér bele az, hogy az ellenfélnek passzolgatunk, sorozatban öngólokat rúgunk, erőtlene vagyunk, avagy kirívóan durván játszunk. E szakmai folyóirat a realgazdasághoz kötődik, ahhoz a területhez, amely a tudást, a tudomány eredményeit hasznosítja. Örömteli érzéssel szemlélném a jövőnket, ha minden lakosunk tisztában lenne a tudomány fogalmával, definíciójával mielőtt kiejtené ezt a szót bármilyen kifejezés előtagjával együtt (politikatudomány, esztétikatudomány, irodalomtudomány, történelemtudomány, közgazdaságtudomány stb.). Most csak arra kérnék mindenkit, hogy vegyenek elő lexikonokat, olvassák el a definíciókat, gondolkodjanak el a definíciók azonosságáról és eltéréseiről és ezek lehetséges okairól.

De térjünk vissza a hazai realgazdasághoz. Ez akkor prosperál jól, ha benne a hazai szellemi és technológiai kapacitás a nemzetközi piacon eladható „termékben” jelenik meg. Újból csak arra kérnék mindenkit, hogy készítsen listát az előbbi termékekről és gondolkodjon el miért is állunk gazdaságilag ott, ahol a „Hungary” kifejezés olvasható. Ha már leírtam az „olvasható” kifejezést, akkor lépünk át arra, hogy miről is olvashatunk e lapszámban? A felelős kiadónk Trampus Péter professzor 2025. április 12-én bekövetkezett halálának évfordulója alkalmából rendezett Emléknapi eseményeiről készült beszámoló, hazai és nemzetközi konferenciák történései, szakmai elismerések a témakörök. Az élvezetes olvasmányként értékelhető technikatörténeti esemény ugyanúgy megtalálható most is mint a portré rovatunk, amelyben Marosi Ákos életébe pillanthatunk be. A számítástechnikai eszközrendszer hihetetlen fejlődési üteme lehetővé teszi a megfigyeléseink, tapasztalataink numerikus szimulációját. E lehetőség azonban egy sor új kérdést is felvet, új gondolkodást, tudományterületet iniciál, amelynek lényege az, hogy a megfigyelt valóság és a szimulált „valóság” kapcsolatát milyen módon lehet feltárni, kezelni és befolyásolni. A Nehézipari Műszaki Egyetem volt diákja, a jelenleg St. Louis-ban élő Szabó Barna professzor ezen kérdéskörökkel foglalkozó legújabb könyvének bemutatását e lapszámunkban indítjuk.

Végül, de – jelentőségét tekintve – nem utolsó sorban köszönet az INTESZT Kft.-nek a lapszám megjelentetéséhez való hozzájárulásért.

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 Máthás (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 – 3. rész	
Qualification of procedures and personnel – Part 3	

MECHANIKAI VIZSGÁLATOK – MECHANICAL TESTING

VASTAG Zsolt, CZÉL Gergely	9
Egy irányban erősített szénszál/epoxi kompozitok szabványos húzó próbatestjeinek továbbfejlesztése	
Improving the standard tensile test coupons of unidirectional carbon/epoxy composites	

HÍREK (NEWS)

GÁTI József	17
2025. évi MAROVISZ Díj kitüntetettje SKOPÁL ISTVÁN, anyagvizsgáló szakértő	
The 2025 MAROVISZ Award winner is ISTVÁN SKOPÁL, materials testing expert	
TÓTH László	19
45. Balatoni Ankét	
45. Anket of Balaton	
GÁTI József	21
Dr. Somogyi Sándor életműjének elismerése	
Lifetime Achievement Award of Dr. Sándor Somogyi	
TÓTH László	23
Beszámoló a Lvivben, 2026. március 3-5. között tartott „Anyagok Törésmechanikája és a Szerkezetintegritás” 7. Nemzetközi Konferenciáról	
Report on the 7th International Conference on “Fracture Mechanics of Materials and Structural Integrity,” held in Lviv from March 3-5., 2026	
TÓTH László, TRAMPUS Péter, MANKOVITS Tamás	25
Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló szakmémők képzés, III. évfolyam	
Structural Integrity and Non-Destructive Testing Engineer Training Program, 3rd Year	
SKOPÁL István	28
Szabványügyi tájékoztató – 2025	
Standardisation information – 2025	
TÓTH László	30
Trampus Péter emléknap	
Peter Trampus Memorial Day	

NEKROLÓG - OBITUARY

TÓTH László	33
Czoboly Ernő (1929-2026)	

PORTRÉ – PORTRAIT

SKOPÁL István	34
Beszélgetés Marosi Ákossal	
Interview with Ákos Marosi	

BEMUTATJUK ... – INTRODUCING...

CSIZMAZIA Ferencné, FODOR Olivér, HARNISCH József	39
Az Anyagvizsgálat a Gyakorlatban, vagy csak röviden: AGY	
Material Testing in Practice, or AGY for short	

ÉRDEKESSÉGEK – POINT OF INTEREST

LACZIK Bálint	41
En garde, Herr Professor	
DUDRA Judit, SZÁVAI Szabolcs	47
Könyvismertetés: Dr. Szabó Barna: Bridging the Gap	
Book Review: Dr. Barna Szabó: Bridging the Gap	
KOCSIS-GALUSKA Anna, JOÓ Gyula	49
MOL Petrolkémia Zrt. Meghibásodási Archívuma – 4. rész	
MOL Petrochemicals Ltd. Failure Archive – Part 4	
Keresztrejtvény - Crossword	52

Eljárásvizsgálatok és személyzet tanúsítás – 3. rész

Qualification of procedures and personnel – Part 3

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.

3. rész Roncsolásmentes vizsgálati rendszerek minősítése

Azt hiszem, szükségtelen a roncsolásmentes vizsgálatok jelentőségét bizonygatni a hagyományos és nukleáris nyomástartó berendezések és anyagok (továbbiakban: berendezések) elvárt minőségének biztosítása és a megfelelőség értékelése, illetve bizonyítása során. A roncsolásmentes vizsgálatok megbízható és ismételhető módon történő elvégzéséhez a berendezés – vizsgálati technológia – személyzet együttes alkalmassága alapkövetelmény.

De hogyan lehet ezt elérni és az alkalmasságot bizonyítani?

A személyzet minősítési és tanúsítási rendszerének szükségességét a berendezések gyártói elfogadták és természetesen tekintik, ezzel a következő cikkben szeretnék foglalkozni. Merőben más a helyzet a berendezések és a vizsgálati technológiák vonatkozásában.

A roncsolásmentes vizsgálati rendszerek teljesítőképességének minősítése és igazolása

A nyolcvanas évek derekán kristályközi korróziós repedések miatti meghibásodások okán felvetődött az atomerőművi időszakos ellenőrzéseknél alkalmazott ultrahangos vizsgálatok (UT) megbízhatóságának kérdése. Az atomerőművek üzemeltetőinek, az USA Nukleáris Szabályozó Bizottságának (Nuclear Regulatory Commission – NRC) és az Amerikai Gépészmérnökök Egyesületének (American Society of Mechanical Engineers – ASME) képviselői egyetértettek abban, hogy jelentős fejlesztésekre van szükség az üzem közbeni ellenőrzések területén, és a roncsolásmentes vizsgálati rendszerek (új és már meglévő, korszerűsített vizsgálati technológiák) előzetes minősítése jó megoldás lehet.

Az NRC 1984 októberében javaslatot tett egy teljesítőképesség-alapú vizsgálatminősítési rendszer kidolgozására. A reaktortartály üzembe helyezés előtti és időszakos ultrahangvizsgálatára 1981-től érvényes NRC irányelv¹ már előírta az ultrahangos rendszer működésének ellenőrzését

(performance check) de ez lényegében a berendezés hitelesítését jelentette a szükséges etalonokkal.

Az NRC kezdeményezés megvalósítására az egyeztetések eredményeként végül 1989-ben megjelent az ASME XI kötet² VIII. melléklete³ 'Ultrahangos vizsgálati rendszerek teljesítőképességének igazolása' az ultrahangos vizsgálati berendezés, technológia és személyzet minősítésére. Ennek alkalmazását az NRC kötelezővé tette. Az ASME XI kötet VIII. melléklet minősítési követelményeinek hatékony, költségkímélő, műszakilag megalapozott és egységes módon történő teljesítése érdekében, az amerikai nukleáris létesítmények képviselői 1991-ben létrehozták a teljesítőképesség-igazolási kezdeményezés (Performance Demonstration Initiative – PDI) programot, melynek a titkársági feladatait az EPRI (Electric Power Research Institute) látja el. Valamennyi NRC engedéllyel rendelkező amerikai atomerőmű részt vesz a PDI programban. Az NRC rendszeresen értékeli a program végrehajtását.

A kilencvenes évek elején az európai atomerőművek létrehozták az Európai Vizsgálati és Minősítési Hálózatot (European Network for Inspection and Qualification – ENIQ) a vizsgálat-minősítési (IQ) tevékenységek európai szintű irányítására. A cél a vizsgálatminősítési tevékenység összehangolása, a már meglévő szakértelem megosztása és erőforrások jobb kihasználása volt. Az ENIQ tagsága később bővült, magába foglalva a szovjet/országi tervezésű VVER atomerőművek üzemeltetőit, nemzeti minősítő testületeket, erőműgyártókat, szolgáltatókat és kutatóintézeteket.

Az ENIQ viszonylag rövid időn belül megállapodott az érintett országok nukleáris szabályozási követelményeit kielégítő Európai Módszertan Roncsolásmentes Vizsgálatok Minősítésére⁴ című dokumentum kiadásáról. Ez a módszertan kifejezetten az atomerőművi berendezések időszakos vizsgálatához készült, de alkalmazható a berendezések gyártása során és az üzemeltetés előtt végzett vizsgálatokra, továbbá más veszélyes berendezések vizsgálatára is.

Mindkét minősítési módszer célja a roncsolásmentes vizsgálati rendszerek teljesítőképességének igazolása, tehát annak bizonyítása, hogy az alkalmazott berendezés – technológia – személyzet kombináció alkalmas a vizsgált berendezésben található folytonossági hiányok (hibák) feltárására, elhelyezkedésük, jellegük és méreteik meghatározására, a hibajelek azonosítására és szakszerű értékelésére.

¹ NRC Regulatory Guide 1.150 (Task SC 705-4) Ultrasonic Testing of Reactor Vessels during Preservice and Inservice Examinations, June 1981

² ASME Section XI Rules for Inservice Inspection of Nuclear Reactor Facility Components Division 1 Rules for Inspection and Testing of Components of Light-Water-Cooled Plants

³ ASME Section XI Appendix VIII Performance Demonstration for Ultrasonic Examination Systems

⁴ European Methodology for Qualification of Non-Destructive Testing, ENIQ Report

Az amerikai (PDI) és az európai (ENIQ) minősítési rendszerek célja ugyanaz, az alapfilozófia különbsége miatt azonban a megvalósítás módja eltér egymástól.

PDI teljesítőképesség-igazolási kezdemenyezés	ENIQ Európai Módszertan Roncsolásmentes Vizsgálatok Minősítésére
Teljesítőképesség Igazolás	Műszaki Bizonyítás és szükség szerint nyílt vizsga
Mesterséges és/vagy természetes hibákat tartalmazó, a berendezések időszakos vizsgálatát reprezentáló próbatesteken végzett bizonyító vizsgálat. A hibák méretét, elhelyezkedését és jellegét csak a PDI titkarság (EPRI) ismeri (zárt vizsga vagy vakteszt)	Azon információk összefoglalásának leggyakrabban alkalmazott módja, amelyek azt bizonyítják, hogy a vizsgáló-rendszer kielégíti a vele szemben támasztott követelményeket. A műszaki bizonyítás magában foglalja a vizsgálat teljesítőképességére vonatkozó összes bizonyítékot, beleértve az alkalmazás korábbi tapasztalatait, laboratóriumi vizsgálatokat, matematikai modellezéseket, fizikai megalapozást stb. A műszaki bizonyítás és a nyílt vizsga csak a vizsgáló berendezés és a vizsgálati technológia minősítésére szolgál. A személyzet minősítése zárt vizsga keretében történik a már minősített vizsgáló berendezés és vizsgálati technológia alkalmazásával.

Az ENIQ a módszertan gyakorlati alkalmazását segítő, ún. 'Javasolt gyakorlatokat' dolgozott ki, amelyek letölthetők ENIQ honlapjáról: <http://safelife.jrc.nl/eniq/>

Mint ismeretes, a Paksi Atomerőművi blokkok időszakos ellenőrzését – beleértve a roncsolásmentes vizsgálatokat – az ASME XI. kötet⁵ követelményei alapján végzik. Az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) A4.24 sz. útmutatója⁶ határozza meg a vizsgáló rendszerek minősítési követelményeit „A rendszerek és rendszer elemek időszakos anyagvizsgálati eljárásait minősíteni kell, amelyekkel igazolható, hogy a vizsgáló rendszer – a vizsgáló berendezés, a vizsgálati technológia és a vizsgáló személyzet – képes a követelményeknek való megfelelésre valós vizsgálati körülmények között.” Az OAH útmutató 4.6.1 pontja az ultrahangos vizsgálatok minősítésére vonatkozó ASME XI. VIII. melléklet 'Ultrahangos vizsgáló rendszerek teljesítőképességének igazolása' hazai alkalmazásához az ENIQ európai módszertant írja elő. Az ENIQ hazai bevezetéséről és a paksi gyakorlat kialakításáról a 'Qualification of NDT Systems in Hungary' című cikkben⁷ található részletes információ.

Az előzőekben már említettem, hogy az ENIQ módszertan kifejezetten az atomerőművi berendezések időszakos vizsgálatához készült, nem minősül szabályzatnak vagy szabványnak, de jó alapul szolgálhat vizsgálatminősítéssel kapcsolatos szabályzat vagy szabvány elkészítéséhez. A hagyományos ipar számára az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) mintegy húsz évvel ezelőtt megjelentette

a CEN/TR 14748:2004 'A roncsolásmentes vizsgálatok minősítésének módszertana'⁸ című nem kötelező műszaki jelentését, amely az ENIQ módszertan gyakorlati alkalmazásához kíván segítséget nyújtani. Míg az atomerőműveknél az illetékes hatóságok kötelező jelleggel előírják a roncsolásmentes vizsgálatok minősítését, a hagyományos területen ez önkéntes, vagy szerződéses alapon történhet. Nincs információ arról, alkalmazzák-e ezt a vizsgálatminősítési módszert a nyomástartó berendezések gyártóinál, ez idáig nem talákoztam ilyen minősítési dokumentációval.

A műszaki jelentés szerint, a roncsolásmentes vizsgálat minősítése szükséges lehet nem szabványosított roncsolásmentes vizsgálat esetén, vagy ha a vizsgálati módszer, vagy technológia nem felel meg teljes mértékben egy meglévő szabványnak. A minősítés segíthet egy vizsgálati technológia megfelelőségének előzetes bizonyítására, mintegy bizalom erősítő módszerként a megrendelő felé.

A dokumentum hatálya (1. szakasz) már csak az EN szabványokkal foglalkozik, érdekes módon, mintegy korlátozva annak alkalmazását. 'Szükség lehet minősítésre, ha eltérnek egy európai roncsolásmentes vizsgálati szabványtól, vagy ha olyan új technikákat vagy módszereket kell bevezetni, amelyekre nincsenek európai szabványok. Ahol van érvényes európai roncsolásmentes vizsgálati szabvány, ott nincs szükség minősítésre'.

A dokumentum A.3 melléklete 'A roncsolásmentes vizsgálati eljárások minősítése' tovább pontosítja a minősítési eljárás részleteit: 'Szükség esetén a roncsolásmentes vizsgálati eljárás minősíthető műszaki bizonyítással, nyílt vizsgával, vagy ezek kombinációjával. Ahol a roncsolásmentes vizsgálati technológia vagy a vizsgált berendezés (vagy annak valamelyik eleme) nem tartozik meglévő szabvány vagy előírás hatálya alá, illetve az érintett felek nem kívánják a meglévő szabványokat vagy előírásokat alkalmazni, a minősítés foglaljon magába nyílt vizsgát (open trial), vagy a berendezés lényeges paramétereinek meghatározására tervezett kísérleteket. Ez esetben a roncsolásmentes vizsgálati utasítás tartalmazza a lényeges paramétereket, és határozza meg a megengedett értékeket és tűréshatárokat.'

Az irodalomkutatás során találtam egy számomra eddig ismeretlen ISO műszaki specifikációt a roncsolásmentes vizsgálatok teljesítőképesség alapú minősítéséről⁹. A specifikáció a vizsgáló rendszerek minősítési módszereként a teljesítőképesség igazolást határozza meg. A minősítésnek azt kell igazolnia, hogy egy adott vizsgálati rendszer (berendezés – vizsgálati technológia – személyzet) képes az előre meghatározott és elvárt vizsgálati eredményeket biztosítani valós vizsgálati körülmények között. A minősítéshez használt próbatestek reprezentálják a vizsgálandó

⁵ ASME Section XI Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components

⁶ OAH A4.24. sz. útmutató: Üzemelő atomerőmű nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek anyagvizsgálata, 2. verzió, 2020 január

⁷ G. Somogyi, D. Szabó, P. Trampus, G. Klausz Qualification of NDT Systems in Hungary ECNDT 2006 – We.1.4.2

⁸ CEN/TR 14748:2004 Non-destructive testing – Methodology for qualification of nondestructive tests

⁹ ISO/TS 11774 Nondestructive testing – Performance-based qualification

berendezés méretét, geometriáját, anyagát és olyan mesterséges vagy természetes folytonossági hiányokat tartalmaznak, amelyek a tényleges vizsgálatok során előfordulhatnak (például kristályközi korróziós eredetű repedések). A minősítési követelményeknek tartalmaznia kell a vizsgált próbatest valójában hibamentes részén kimutatott téves indikációk (false call) elfogadható arányát is.

A teljesítőképesség igazolásának folyamata emlékeztet a korábban már ismertetett amerikai PDI módszerre és az ASME XI kötet VIII. melléklet szerinti minősítésre, azonban vannak eltérések. Az ISO minősítést egy tanúsító szervezet végzi nyílt vizsgálóval, míg az ASME zárt vizsgát alkalmaz. Az ISO specifikációban fontos szerep jut a minősítés tárgyát képező vizsgálatban érdekelt felek képviselőiből álló ún. ipar-ágazati bizottságnak (Industry Sector Committee – ISC). Az ISC határozza meg a vizsgáló rendszer adott ipari ágazaton belüli alkalmazásához szükséges minősítési követelményeket és a minősítő testület tanácsadó szervezeteként működik a minősítés műszaki és eljárásrendi kérdéseiben.

Az ASME roncsolásmentes vizsgálat minősítési gyakorlata a kazán és nyomástartó edény szabályzatokban

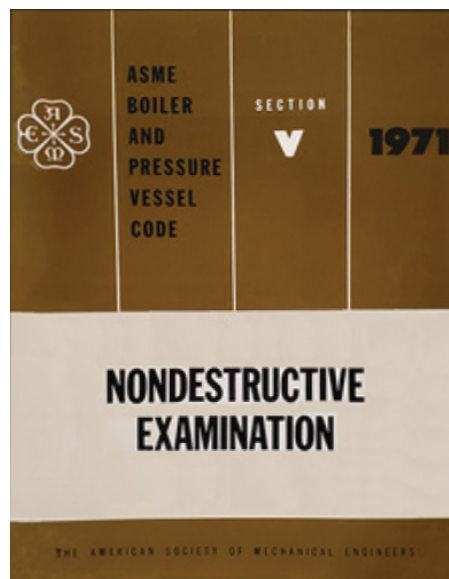
Az ASME valamikor a hatvanas években bevezette a roncsolásmentes vizsgálatok kötelező minősítését. A hagyományos kazán és nyomástartó edény szabályzatok vonatkozó mellékletei szerint roncsolásmentes vizsgálatokat dokumentált vizsgálati technológia alapján kell végezni, melynek teljesítőképességét bemutató vizsgálatlall kell igazolni a felügyelő meglegedésére. Igazolni kell, hogy az adott vizsgálati technológia képes az előre meghatározott és elvárt vizsgálati eredményeket biztosítani valós vizsgálati körülmények között. Ezek a szabályzatok még nem használják a 'teljesítőképesség-igazolás' kifejezést, megmaradt a 'technológia bemutató vizsgálat' (procedure demonstration) a 'minősítő bemutató vizsgálat' (qualification demonstration) és 'bemutató vizsgálat' (demonstration examination).

Röviden az ASME szabályzatokról.

Az ASME Kazán- és Nyomástartó Edény Szabályzat (BPVC) első kiadása 1914-ben készült el, de csak 1915-ben jelent meg. Ez egyetlen, 114 oldalas dokumentum, melynek címe „Telepített Kazánok Gyártására és Megengedett Üzemi Nyomására vonatkozó Szabályok” volt, később ez lett az ASME I. kötet. Az ASME VIII kötet első kiadása „Nem-fűtött Nyomástartó Edények” címmel, 1925 májusában jelent meg. Az atomerőművi edényekre vonatkozó szabványt mintegy 40 évvel később, ötéves előkészítő munka után adták ki, ez volt az ASME III kötet 'Nukleáris edények'.

Amikor a hatvanas évek végén egy önálló roncsolásmentes vizsgálati kötet előkészítésébe kezdtek, már mindhárom szabályzat tartalmazott roncsolásmentes vizsgálati előírásokat ultrahangos (UT), folyadékbehatolásos (PT)

és mágnesezhető poros (MT) eljárásokra. A későbbi ASME V. kötet tervezetét 1967 márciusában bocsátották vitára. Megjelent 1971-ben.



Az önálló V. kötet kiadása lehetőséget adott az egyes szabályzatokban található roncsolásmentes követelmények összehangolására és a vonatkozó fejezetek lényeges lerövidítésére. Itt kell megjegyezni, hogy minden egyes szabályzatot a saját bizottsága szerkeszt, ezek döntenek arról, mit vesznek át más kötetekből, vagy mit hivatkoznak meg. Az ASME szabvány a rendelkező vagy 'konstrukciós' (I., III., IV., VIII. X. XI. és XII.), továbbá az ezek által hivatkozott (referenced) kötetekből (II., V., VI., VII., IX. és XIII.) áll.

Mikor és hogyan válik egy konstrukciós kötet szabályzattá?

Az a végrehajtó hatóság, amely hivatalosan elismeri az ASME szabványt a nyomástartó berendezésekre vonatkozó rendeletek vagy törvények betartásának eszközeként, azt szabályzatként alkalmazhatja, azokra szabályzatként hivatkozhat¹⁰. A paksi atomerőmű blokkjainak időszakos vizsgálatát az ASME XI. kötet szerint végzik. Az illetékes hatóság (OAH) elismerte a XI. kötetet, azt szabályzatként alkalmazza, ennek ellenére, az OAH dokumentumokban a 'Kód' kifejezés szerepel. Jelen cikkben a konstrukciós köteteket szabályzatként említettem.

A minősítő vizsgálat és a minősítés érvényessége

Az új V. kötet átvette a meglévő szabályzatokból a vizsgálati technológiák minősítésére vonatkozó követelményeket (Art. 1 T-150 Vizsgálati technológiák). A szabályzat hatálya alá tartozó roncsolásmentes vizsgálatokat dokumentált vizsgálati technológia alapján kell végezni, melynek teljesítőképességét bemutató vizsgálatlall kell igazolni a felügyelő meglegedésére. Egyes szabályzati kötetek a T-150 megjelenését követően is megtartották saját előírásaikat a vonatkozó mellékletekben. Ennek oka, hogy a

¹⁰ ASME QAI-1-2023 Qualifications for Authorized Inspection

T-150 nem tartalmazza a szabályzat hatálya alá tartozó berendezéseknél megengedhető eltérések (hibák) típusát, méreteit, helyzetét és gyakoriságát. A szabályzatok ezen kívül formális tanúsítási nyilatkozatot kérnek a gyártótól, amelyben igazolnia kell, hogy az adott vizsgálati technológia megfelel az V. kötet Art. 1 T-150 követelményeinek. A T-150 szerint a minősítésről kiadott dokumentumban a felelős III. fokozatú anyagvizsgáló és a felügyelő aláírásával tanúsítja a minősítés elfogadását.

A minősítő vizsgálat olyan zárt vizsga, ahol a próbatesten lévő mesterséges vagy természetes hibák típusát, méreteit és helyzetét csak a gyártó felelős III. fokozatú anyagvizsgálója ismeri. A vizsgálati technológiának tartalmaznia kell az adott módszerre az V. kötet vonatkozó fejezetében leírt lényeges változókat és azok megengedett értékeit. A lényeges változóktól való eltérés esetén a minősítés érvényét veszti. A minősítő vizsgát a gyártó felelős III. fokozatú anyagvizsgálójának és a meghatalmazott felügyelő jelenlétében kell lefolytatni. A III. fokozatú anyagvizsgáló lehet alvállalkozó is.

A két legrégebbi és konzervatív szabályzat (ASME I. és VIII. kötet) a radiográfiai vizsgálatok minősítéséhez nem hivatkozza meg az V. kötet Art. 1 T-150 fejezetét, csak annyit ír elő, hogy a varratokat az V. kötet Art. 2 'Radiográfiai vizsgálat' követelményeinek megfelelően, dokumentált vizsgálati technológia szerint kell végezni. A technológia minősítéséhez viszont bemutató vizsgálat

helyett elegendő a felvétel előírt minőségét (sötétedés és etalon) egy filmmel igazolni.

Összefoglalás

A hazai gyakorlatban a roncsolásmentes vizsgálati rendszerek minősítése – az atomerőművi vizsgálatokon kívül – nem követelmény és talán nem is igazán ismert. Az európai és ISO szabványokban és más előírásokban is csak akkor tartják szükségesnek a minősítést, ha eltérnek egy európai vagy ISO roncsolásmentes vizsgálati szabványtól, vagy ha olyan új technikákat vagy módszereket kell bevezetni, amelyekre nincsenek szabványok. Ahol van érvényes roncsolásmentes vizsgálati szabvány, ott nincs szükség minősítésre.

Véleményem szerint az ASME minősítő gyakorlata a hagyományos nyomástartó berendezések területén „kvázi” vizsgálati-rendszer minősítésnek tekinthető. Egy vizsgálati technológia minősítése – annak alkalmazása előtt – magában foglalja a vizsgáló berendezés minősítését és a személyzet minősítését is, hiszen a minősítő vizsgálatot II. vagy III. fokozatú vizsgálónak kell elvégezni. A technológia előzetes vizsgálat nagyobb biztosítékot nyújt arra, hogy az alkalmas elvárt vizsgálati eredményeket adni, valós vizsgálati körülmények között.

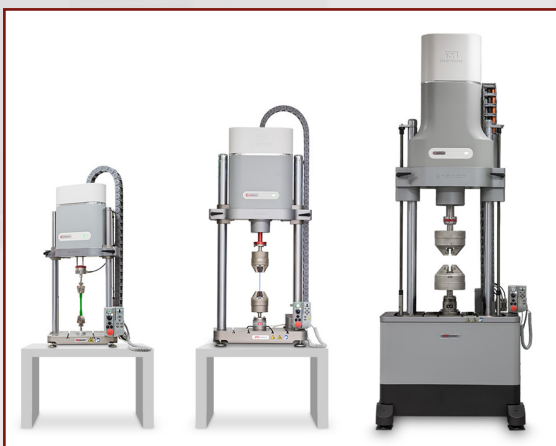
Dr. Somogyi Sándor



INTESZT Méréstechnika
Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.



INSTRON fárasztógépek



Alacsonyabb erőtartományban az **INSTRON ElectroPuls** elektrodinamikus gépcsald nyújt költséghatékony, alacsony üzemeltetési költséggel rendelkező megoldást az axiális (± 1 kN, ± 3 kN, ± 10 kN) és a biaxiális (axiális+ torziós, ± 3 kN / ± 25 Nm, ± 10 kN / ± 100 Nm és ± 20 kN / ± 130 Nm) vizsgálati igényekre.

Nagyobb erőtartományú fárasztó vizsgálatokra az **INSTRON 8800** sorozat kínál megoldást, legyen az axiális (akár ± 5 MN kapacitásig) vagy torziós (akár ± 3000 Nm nyomaték) illetve ezek kombinációja.



INTESZT Méréstechnika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.
Központ: H-1113 Budapest, Nagyszőlős utca 39.
Tel: 06 (1) 468 3798 / 06 (1) INTESZT / Fax: 06 (1) 468 3799
e-mail: info@inteszt.hu web: www.inteszt.hu



www.inteszt.hu

Egy irányban erősített szénszál/epoxi kompozitok szabványos húzó próbatesteinek továbbfejlesztése

Improving the standard tensile test coupons of unidirectional carbon/epoxy composites

Vastag Zsolt^a, Czel Gergely^b

^aBudapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék, vastagzsolt00@gmail.com

^bBudapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék, czel.gergely@gpk.bme.hu

Kulcsszavak

Unidirekcionális szénszál-erősítésű próbatestek, szakítóvizsgálat, kísérleti próbatestek, szabványos vizsgálat, nemzetközi körvizsgálat

Absztrakt

A kompozit anyagok szakítóvizsgálata egy egyszerű, könnyen megismételhető vizsgálat, amellyel az anyag rugalmassági modulusa, szakadási nyúlása és húzószilárdsága határozható meg. A vizsgálat eredményét a vonatkozó szabvány javaslatai befolyásolhatják. A kompozit anyagok szakítóvizsgálatának egy fontos eleme a próbatestek befogott végeinek védelme, amelyre az érvényes szabványok hasáb alakú, vagy ferde végű füleket javasolnak. Jelen cikk egy olyan vizsgálat eredményeit mutatja be, amelyben szabványos, valamint kísérleti geometriájú fülekkel ellátott, egy irányban erősített, szénszál-as próbatesteken végeztünk szakítóvizsgálatot, hogy megállapítsuk, továbbfejleszthető-e a szabványokban szereplő ajánlások.

Keywords

Unidirectional carbon fiber reinforced samples, tensile testing, experimental samples, standard examination, international round-robin

Abstract

The tensile testing of composite materials is a simple test that provides mechanical properties of the material. The recommendations of the relevant standard may influence the results of the test. An important element of the testing of composite materials is the adequate protection of the gripped ends of the coupons, for which current standards recommend square or tapered end- tabs. This paper presents the results of a study in which we performed tensile testing on unidirectional carbon fiber reinforced coupons with standard and experimental tab designs to assess whether the recommendations of the standards can be improved.

1. Bevezetés

Aszerkezeti anyag mechanikai tulajdonságai a szerkezet-tervezés legfontosabb bemenő adatai közé tartoznak. Ezek a tulajdonságok csak valós mintákkal, laboratóriumi vizsgálatokkal ellenőrizhetők. Az anyagi tulajdonságok minél részletesebb megismerésének érdekében szükség-szerű, hogy az anyagvizsgálati minták a lehető legponto-sabban és a legjobb megismételhetőséggel jellemezzék az anyagi viselkedést. Ezt legegyszerűbben a vizsgálat és a próbatest szabványosításával érhetjük el.

Amennyiben az anyag merevségét és szakítószilárd-ságát szeretnénk megtudni, húzóvizsgálatot végzünk. A vizsgált anyag a vizsgálati paramétereket és az optimális próbatest kialakítást is meghatározza. Az egy irányban erősített (unidirekcionális, UD) kompozit szakító próbates-tek gyakran roncsolódnak, amikor a szakítógép befogó-pofájában a húzás irányára merőleges erőkomponens lép fel, ezért a befogott végeket fülekkel, más néven tabokkal védjük. Ezek a fülek azonban feszültséggyűjtő helyet eredményeznek a fülek végeinél, ami korai tönkremenete-elt okozhat. A feszültgyűjtő hatást a feszültség koncent-rációs tényezővel (Stress Concentration Factor – SCF) jellemezzük. A minél pontosabb mérések és a jobb megis-mételhetőség érdekében érdemes a próbatest kialakítást önmagában is vizsgálni, illetve fejleszteni.

Jelen cikk egy olyan vizsgálat sorozatot mutat be, amely húzóvizsgálatokon keresztül hasonlít össze külön-böző – szabványos és kísérleti – próbatest típusokat. A vizsgálat célja, hogy a próbatestek szakadási nyúlását és tönkremeneteli jellemzőit összevetve az UD kompo-zit anyagokhoz előnyösebb, a feszültségkoncentrációs hatásra kevésbé érzékeny próbatest típust azonosítsunk.

2. Szakirodalmi áttekintés

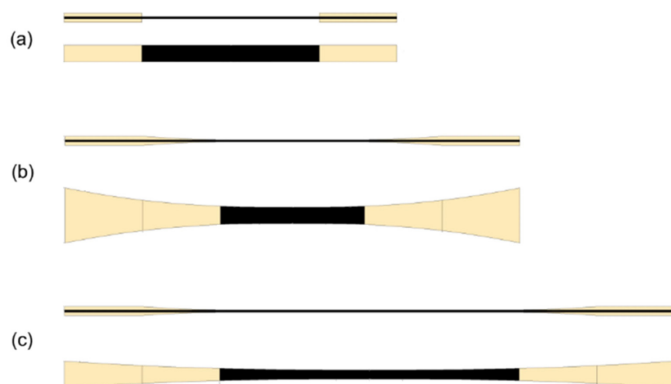
A kompozit próbatestek geometriáját az ISO 527-5 [1] és az ASTM D3039/D3039M [2] szabványok szabályozzák. A szabványokban leírt javaslatok nagyrészt megegyeznek és összesen három különböző típusú próbatestet mutat-nak be:

- fül nélküli,
- szögletes végű fülekkel ellátott,
- és ferde végű fülekkel ellátott típusokat.

A fül nélküli konstrukció különösen érzékeny a befogó pofák irányából érkező keresztirányú terhelés hatására fellépő roncsolódásra és az ebből következő korai tönk-remenetelre, ezért ez kevésbé terjedt el a gyakorlatban. UD, nagy merevségű kompozit anyagok esetén minden-képpen javasolt tehát a próbatest fülekkel való ellátása, amely anyagát tekintve üvegszál, vagy szénszál erősítésű kompozit, illetve fém (alumínium) is lehet. Ezen felül hasz-nálható valamilyen, a súrlódást növelő réteg is a befogó-pofák és a fülek között, például csiszolópapír. A szögletes és ferde végű fülekkel ellátott próbatestek hatékonyan gátolják meg a próbatest roncsolódását, azonban a húzott keresztmetszet változása feszültséggyűjtő helyeket ered-ményez a fülek végeinél. A ferde végű fülek fokozatos átmenete ezt a feszültséggyűjtő hatást hivatott csökken-teni, azonban a vonatkozó kutatások szerint a szögletes és a ferde végű fülekkel ellátott próbatestek szakadási nyúlási eredményei között nem mutatható ki statisztikailag szignifikáns különbség [3].

A feszültséggyűjtő hely problémájára több különböző elv mentén született megoldások. Ezek közül a legfontosab-bak az állandó keresztmetszetű, folytonos védőréteggel ellátott, úgynevezett „szendvics”, valamint egy össze-tettebb geometriájú „pillangó” és hosszított „X-pillangó” próbatestek, illetve ezek szendvics változatai. Az állandó

keresztmetszetű szendvics próbateteket korábban Czél és társai [4], a pillangó próbateteket pedig Kumar és társai vizsgálták [5]. A szabványos szögletes végű fülekkel ellátott, pillangó és X-pillangó próbatetek geometriájának összehasonlítása az 1. ábrán látható.

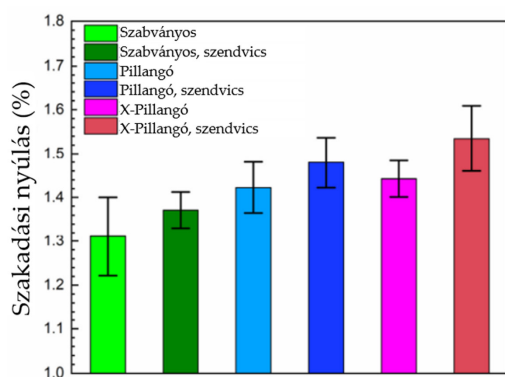


1. ábra: (a) szögletes végű fülekkel ellátott, (b) pillangó és (c) X-pillangó próbatetek [5]

Az említett kutatások eredményei szerint a pillangó és X-pillangó forma, valamint a szendvics konstrukció is érdemben képes növelni a próbatetek szakadási nyúlási értékeit, amit a Kumar-féle kutatásból származó diagram is jól szemléltet (2. ábra).

Szakadási nyúlás

Szénszal erősítésű kompozit	Próbatetek geometria		
	Szabványos	Pillangó	X-Pillangó
Védőréteg nélkül	1.31 ± 0.09	1.42 ± 0.06	1.44 ± 0.04
Szendvics	1.37 ± 0.04	1.48 ± 0.06	1.53 ± 0.07

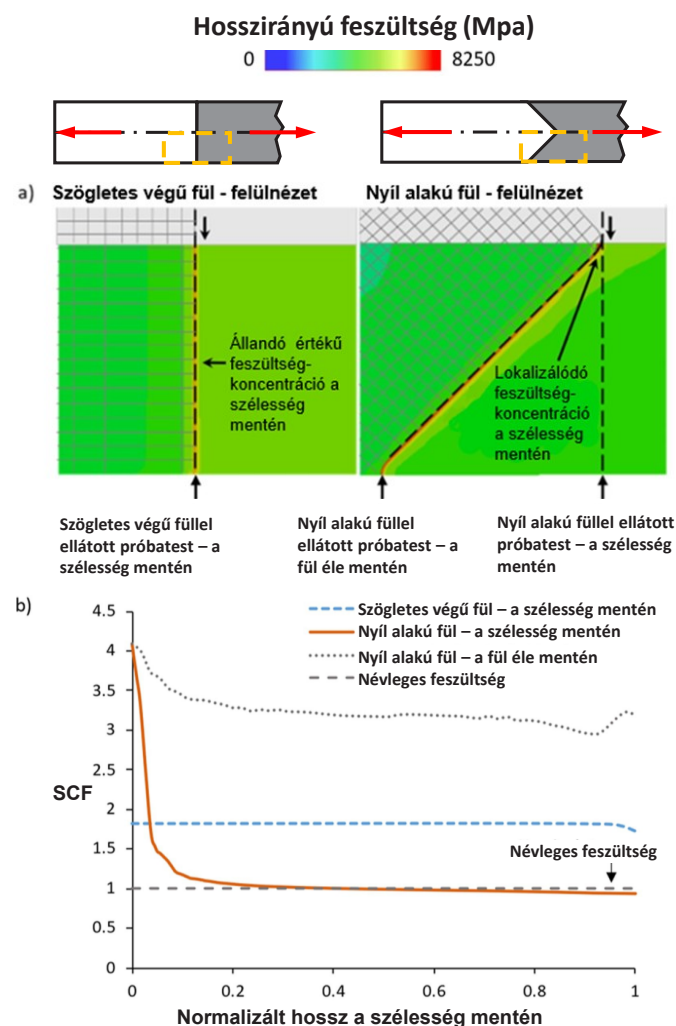


2. ábra: Különböző próbatetek típusokon végzett szakítóvizsgálatok eredményei [5]

A 2. ábrán a Kumar és társai által vizsgált különböző próbatetek szakadási nyúlásai láthatók. A legalacsonyabb szakadási nyúlást átlagosan a szabványos, párhuzamos szélű próbatetek érték el, míg a legmagasabbat az X-pillangó típus. A szendvics konstrukció alkalmazása minden próbatestnél a szakadási nyúlás növekedését eredményezte.

Egy további ígéretes megoldást jelent a fülek végének speciális kialakítása, amelynél a fülek a próbatest közép-ponala felé fokozatosan, nyíl-szerűen elkeskenyednek. Ez utóbbi lehetőséget Fazlali és társai vizsgáltak [6] kiemelkedő sikerrel. A nyíl alakú fülek a kutatás szerint nagyobb

mértékű feszültségkoncentrációt eredményeznek a nyíl hegyénél szabványos társaikhoz képest, ugyanakkor ez a feszültségcsúcs a fül éle mentén nem állandó, hanem gyorsan csökkenő jelleget mutat, ezért a fülek továbbra is hatásosan csökkentik a feszültségkoncentráció hatását, ami a 3. ábrán is megfigyelhető. Ezen Fazlali és társai a szabványos szögletes végű fülel ellátott és a nyíl alakú fülel ellátott próbatetek fülel kialakuló feszültségviszonyokat (a) és a feszültségkoncentrációs hatás lefutását ábrázolják a fül éle, illetve a próbatest jelölt szélessége mentén (b).

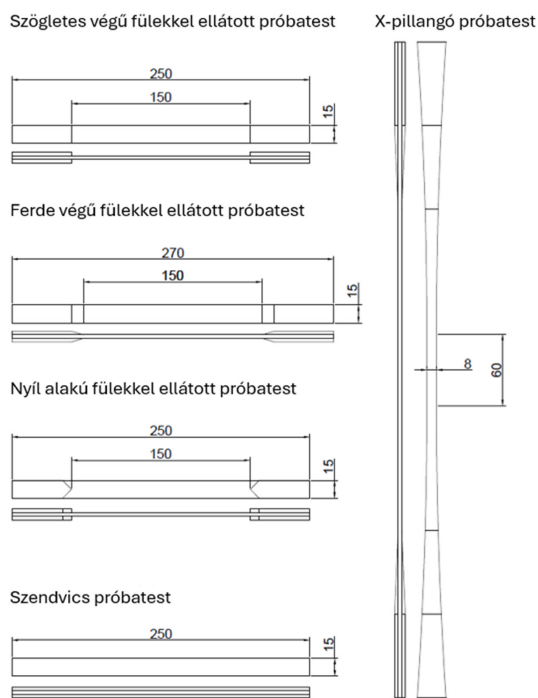


3. ábra: A nyíl alakú fülek feszültségkoncentrációs hatása a szabványos, szögletes végű fülekéhez képest
a) végelem modellen szemléltetve,
b) diagramon szemléltetve [6]

3. Célkitűzés, alapanyagok és módszertan

A kutatás során egy hét résztvevős nemzetközi kör-vizsgálat keretében [7] öt különböző típusú próbatestet vizsgáltunk, ezek geometriáját a 4. ábra ismerteti. A következő fejezetekben a saját eredményeinket mutatjuk be részletesen.

A szögletes és ferde végű fülekkel ellátott minták hatályos szabvány szerinti próbatetek. A szögletes végű fülekkel ellátott próbatetek elterjedtebbek, amelynek



4. ábra: A vizsgált próbatest típusok geometriája

oka egyrészt az egyszerűbb gyárthatóság, másrészt az, hogy tapasztalat szerint a két szabványos próbatest típus szakadási nyúlásai között jellemzően nincs szignifikáns különbség.

A nyíl alakú fülekkel ellátott minták a szabványosakhoz hasonló próbatestek. Kialakításuk mögötti elv a feszültséggyűjtő hely eloszlásának módosítása. Gyártásuk bonyolultabb, mint a szögletes végű fülekkel ellátott típusé.

A szendvics próbatesten fülek helyett egy folytonos védőréteg található. A geometria (vastagság) folytonossága miatt így nem keletkezik feszültséggyűjtő hely. A védőréteg (üvegszál/epoxi) szakadási nyúlása jelentősen meghaladja a vizsgált anyag (szénszál/epoxi réteg) szakadási nyúlását, amire azért van szükség, hogy a próbatestet egészen a vizsgált anyag tönkremeneteléig megvédje. A védőréteg a vizsgált anyag szakadási nyúlását és a vizsgálat kiértékelését nem befolyásolja, a próbatestet általában a vizsgálat leállításáig egyben tartja.

Az X-Pillangó konstrukció hosszan keskenyedő alakkal és ferdén végződő fülekkel próbálja a feszültséggyűjtő helyek hatását minimalizálni. Az összetett geometria azonban gyártási nehézségeket és magasabb költséget eredményez.

Összesen 51 darab próbatesten végeztünk szakítóvizsgálatot. Mindegyik próbatest azonos anyagból, Toray gyártmányú, T800S/3900-2B UD, szénszál/epoxi prepregből készült. A rétegrend öt, hosszirányba rendezett UD prepregből állt. A szabványos próbatestek végeire kerülő üvegszövet erősítésű fülek autoklávban készültek és ragasztófilm segítségével szintén autoklávban építették össze őket a próbatestekkel. A kísérleti nyíl alakú fülekkel ellátott, és X-pillangó próbatestek esetén utólag, a lemezek autoklávos gyártása után ragasztották fel a szintén üvegszövettel erősített füleket. A szendvics próbatest

védőrétegei Hexcel Hexply 913 epoxi gyantával előimpregnált Owens Corning S-üvegszálból, egyirányú erősítéssel készültek külön lépésben. A szendvics próbatest rétegeit Araldite 2011 epoxi ragasztó segítségével építettünk össze: egy-egy szénszálalapot két-két üvegszálal védőréteggel, ügyelve a szálak azonos orientációjára mindhárom rétegben.

A vizsgálat célja annak megismerése volt, hogy az egyes próbatest kialakítások hogyan befolyásolják a szénszálal réteg szakadási nyúlását. A következő pontokat elemeztük:

1. Elérhető-e a kísérleti próbatest típusoknál a szabványos próbatesteknél magasabb szakadási nyúlás?
2. Mekkora az egyes próbatest típusok megbízhatósága? Mekkora szórást mutatnak a szakadási nyúlás eredmények próbatest típusonként?
3. Megfigyelhető-e valamilyen próbatest típusra jellemző szabályszerűség a tönkremeneteli folyamat lefolyásában a szakítógörbén?

A próbatestek anyagainak tulajdonságai az 1. és 2. táblázatban, a típusok felsorolása a 3. táblázatban, névleges geometriájuk fontosabb paraméterei a 4. ábrán és a 4. táblázatban láthatóak.

1. táblázat: Az erősítőszálak tulajdonságai

Alapanyag	Szakadási nyúlás	Rugalmassági modulus
	%	[GPa]
Toray T800S szénszál	2	294
Owens Corning S-üvegszál	3,6 – 4,4	92

2. táblázat: A prepregek tulajdonságai

Alapanyag	Szál térfogatarány	Becsült rugalmassági modulus
	%	[GPa]
Szénszál/epoxi (T800S/3900)	55	163,2
Üvegszál/epoxi (S-Glass/913)	50	47,1

3. táblázat: A vizsgált próbatest típusok

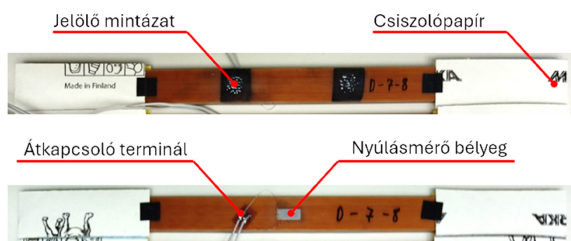
Próbatest típus	Db.	Jelleg
Szögletes végű fülekkel ellátott	10	Szabványos, elterjedt
Ferde végű fülekkel ellátott	10	Szabványos, kevésbé elterjedt
Nyíl alakú fülekkel ellátott	11	Kísérleti
Szendvics	10	Kísérleti
X-Pillangó	10	Kísérleti

4. táblázat: A vizsgált próbatestek geometriája

Próbatest típus	Szélesség	Vastagság	Teljes hossz	Mérési hossz
	[mm]			
Szögletes	15	1	250	150
Ferde végű	15	1	270	150
Nyíl alakú	15	1	250	150
Szendvics	15	3	250	150
X-pillangó	8	1	550	60

A nyúlás mérésére nyúlásmérő bélyegeket, valamint két kamerás optikai nyúlásmérést alkalmaztunk. A szakító vizsgálat során Zwick Z250 típusú (250 kN-os erőmérő cellával ellátott) univerzális szakítógépet alkalmaztunk.

A biztosabb befogás érdekében a szendvics próbatestek végeire csiszolópapír darabokat helyeztünk fel, amelyek érdes felülete a próbatest felé nézett. A mérésre előkészített próbatestek az 5. ábrán láthatók.



5. ábra: Egy mérésre előkészített próbatest és tartozékai (előlnézet és hátulnézet)

A próbatestek nyúlását HBM gyártmányú, 6 mm aktív rácshosszú, 350 Ω ellenállású K-LA11K6/350LE típusú nyúlásmérő bélégekkel és Sobriety gyártmányú Mercury Monet típusú video nyúlásmérővel és a hozzá tartozó 5 megapixel felbontású kamerákkal mértük. A nyúlásmérő bélégek adatgyűjtő egysége HBM gyártmányú Spider 8-30 volt.

A szakítás sebessége úgy volt beállítva, hogy a próbatest 1 perc alatt az eredeti hosszához képest 1-3 %-ot nyúljon. A pontos sebességek az 5. táblázatban láthatók.

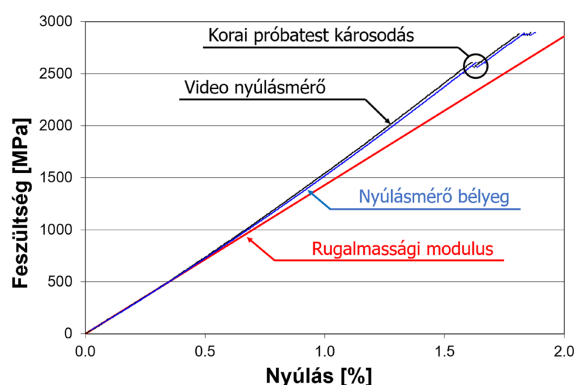
5. táblázat: A szakítási sebességek

Próbatest típus	Szögletes	Ferde végű	Nyíl alakú	Szendvics	X-Pillangó
Húzási seb. [mm/min]	5	5	5	8	7

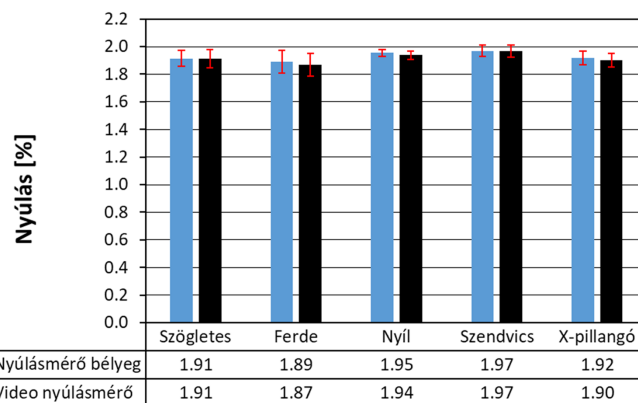
4. Eredmények

Az eredmények kiértékelésénél elsősorban a szakítógörbék jellegét és a szakadási nyúlást vizsgáltuk. A próbatestek szakítógörbéinek jellemző pontjait egy szabványos, ferde végű fűlekkel ellátott próbatest magyarázatokkal ellátott szakítógörbéje szemlélteti a 6. ábrán.

Minden mérésnél jellemző volt, hogy a video nyúlásmérő és a nyúlásmérő bélégek eredményei között minimális eltérés adódott (lásd 6., 7. ábrák), amely jellemzően nem haladta meg az egy relatív százalékot így a mérési módszerek hibahatárán belülnek tekinthetők. Ezért az eredmények további elemzését a video nyúlásmérő rendszerrel gyűjtött adatok alapján végeztük.



6. ábra: A próbatesteket jellemző szakítógörbe

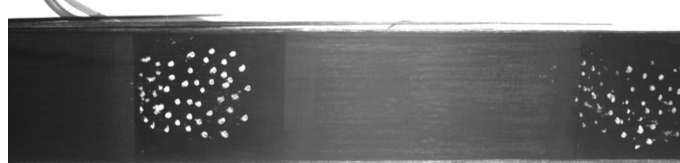


7. ábra: A szakadási nyúlások átlagai a nyúlásmérő bélégek és a video nyúlásmérő rendszer eredményei alapján

A szénszálat jellemző, fokozatosan keményedő merevségi jelleg miatt a szakítógörbe a mérés előrehaladtával egyre nagyobb mértékben tért el a kezdeti rugalmassági modulus egyenesétől.

A szakítógörbén a görbe megszakadása jelölte a próbatest tönkremenetelét. Amennyiben a görbe hirtelen visszaesett, de ezt követően újra a korábbi karakterisztikával folytatódott, akkor azt a (korai) károsodás kezdetként azonosítottuk.

Egyértelmű károsodás kezdeti pont nem minden mérésnél volt azonosítható. A szögletes, ferde végű és nyíl alakú fűlekkel ellátott próbatest típusoknál gyakran tapasztaltuk, a szendvics és X-pillangó próbatestek szakítógörbéinél azonban lényegesen ritkábban figyeltünk meg ezt a jelenséget. A korai károsodás a gyakorlatban jellemzően a próbatest széleinél jelentkező szálikirepedést jelent, aminek egy esete a 8. ábrán látható.



8. ábra: Egy próbatest szálikirepedése

Vizsgálati szempontból a próbatestek legfontosabb jellemzői az átlagos szakadási nyúlás, valamint a szakadási nyúlások szórása, amelyeket a 6. táblázatban foglaltuk össze. A relatív szórásértékek zárójelben vannak feltüntetve.

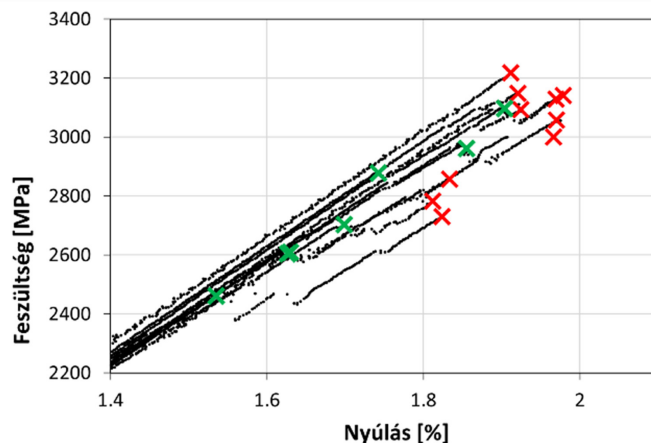
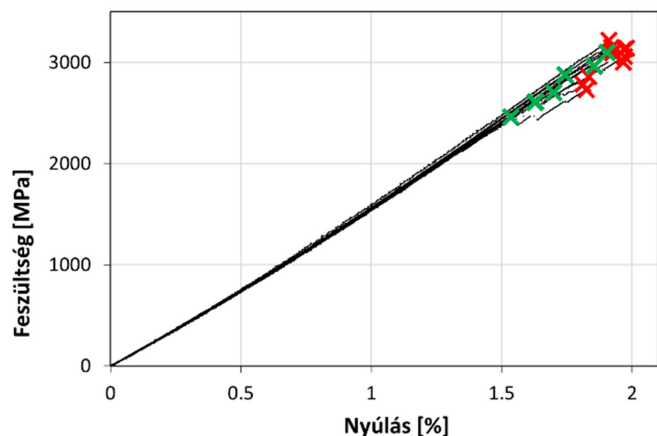
6. táblázat: A próbatestek átlagos tönkremeneteli nyúlásai és ezek relatív szórásai

Próbatest típus	Átlagos tönkremeneteli nyúlás és (relatív szórás) nyúlásmérő bélégekkel	Átlagos tönkremeneteli nyúlás és (relatív szórás) video nyúlásmérővel
	%	%
Szögletes	1,91 (3,08)	1,91 (3,41)
Ferde végű	1,89 (4,26)	1,87 (4,41)
Nyíl alakú	1,95 (1,34)	1,93 (1,57)
Szendvics	1,97 (2,13)	1,97 (2,19)
X-pillangó	1,92 (2,71)	1,90 (2,68)

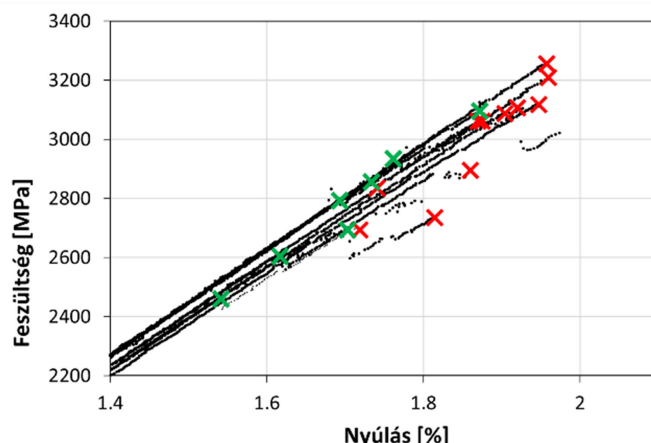
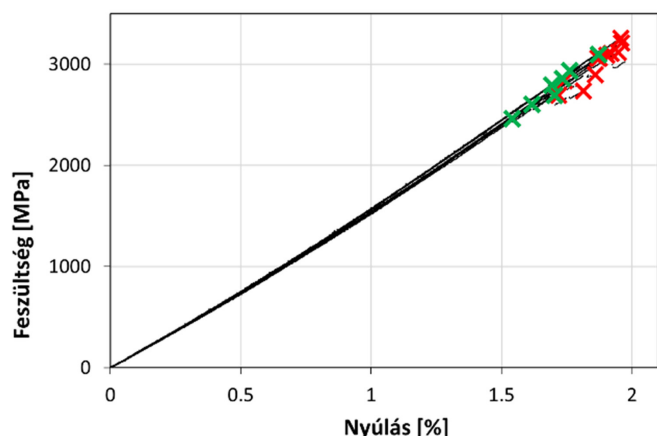
A próbatestek halmozott szakítódíagramjai a 9-13. ábrákon láthatók. A diagramokon piros 'X' jelöli a tönkremenetelt, zöld 'X' pedig a károsodás kezdetét jelző első feszültségesést.

A szendvics próbatestek alacsony feszültségértékeit az magyarázza, hogy a húzóerőt a próbatestek teljes

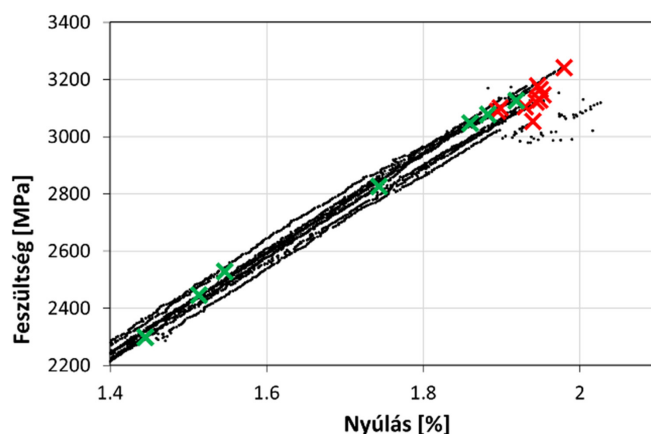
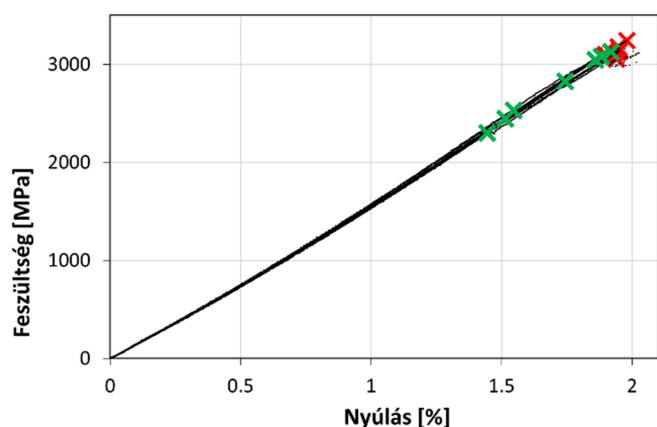
keresztmetszeti területére fajlagosítottuk, amibe beletartozik a folytonos védőréteg vastagsága is. Mivel a kutatásban a szakadási nyúlás és a szakítógörbe jellege volt érdekes számunkra, ezért az alacsonyabb feszültségértékek a kiértékelést érdemben nem befolyásolták.



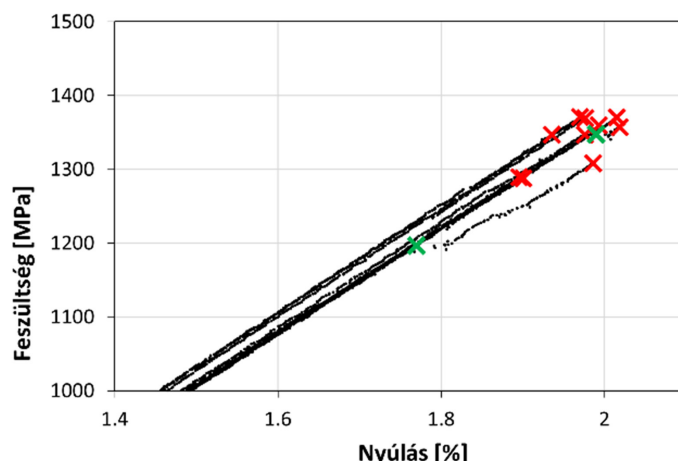
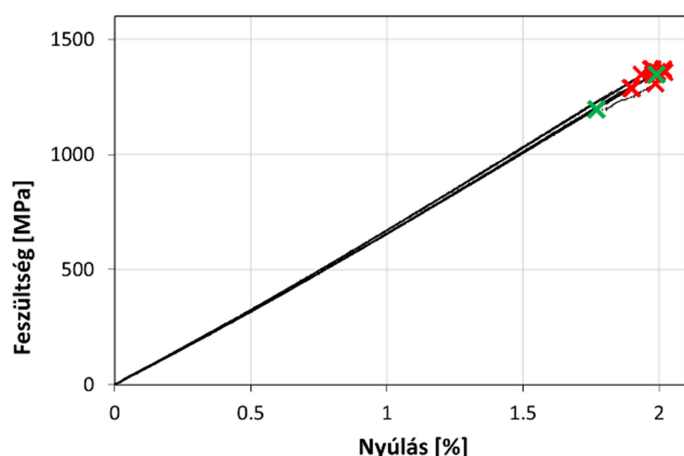
9. ábra: A szabványos, szögletes végű füllel ellátott próbatestek teljes és kinagyított szakítógörbéi (zöld X- károsodás kezdete, piros X- próbatest tönkremenetele)



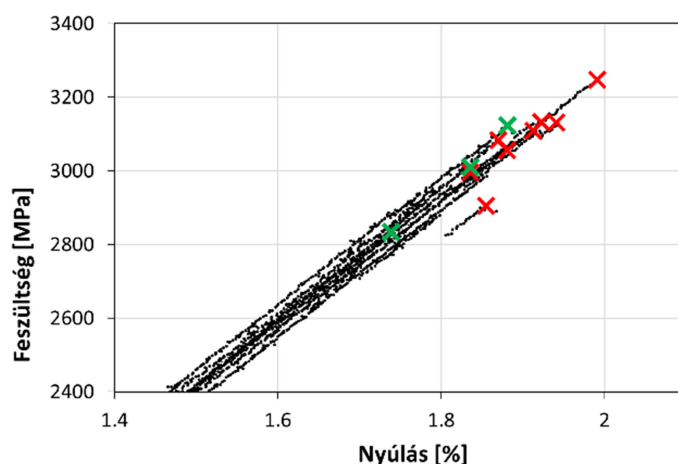
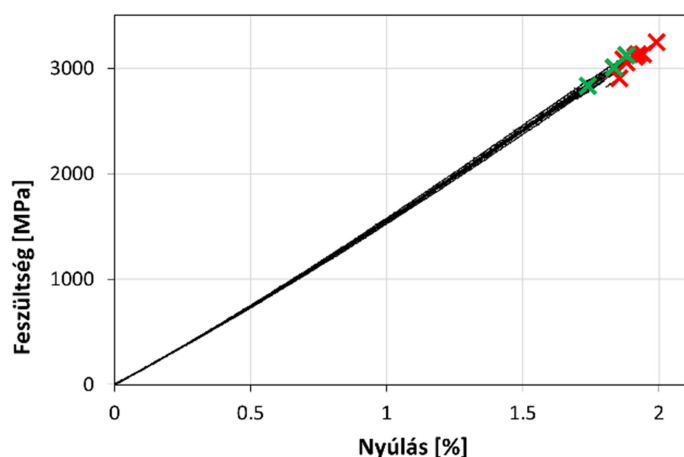
10. ábra: A szabványos, ferde végű füllel ellátott próbatestek teljes és kinagyított szakítógörbéi (zöld X- károsodás kezdete, piros X- próbatest tönkremenetele)



11. ábra: A kísérleti, nyíl alakú fülekkel ellátott próbatestek teljes és kinagyított szakítógörbéi (zöld X- károsodás kezdete, piros X- próbatest tönkremenetele)



12. ábra: A kísérleti, szendvics próbatestek teljes és kinagyított szakítógörbéi (zöld X- károsodás kezdete, piros X- próbatest tönkremenetele)



13. ábra: A kísérleti, X-pillangó próbatestek teljes és kinagyított szakítógörbéi (zöld X- károsodás kezdete, piros X- próbatest tönkremenetele)

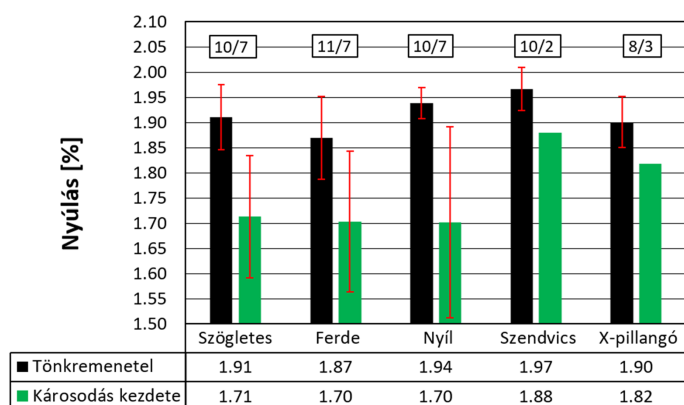
5. Kiértékelés

Az egyes próbatest típusok video nyúlásmérővel megállapított szakadási nyúlásainak átlagai a 14. ábrán tekinthetők meg. Az ábrán a mérések károsodás kezdeti pontjaihoz tartozó nyúlásértékek átlagai is fel vannak tüntetve. Az egyes próbatest típusokhoz tartozó kiértékelt

tönkremenetek és észlelt károsodás kezdetek száma (kiértékelt tönkremenetel)/(észlelt korai károsodás) formában láthatóak az oszlopok felett. Mivel a szendvics és X-pillangó próbatesteknél az azonosítható korai károsodási pontok száma alacsony volt, ezeknél nem jelenítettük meg a szórásmezőket.

A szögletes és ferde végű fülekkel ellátott szabványos próbatestek vizsgálatánál azt tapasztaltuk, hogy az egyszerűbb, szögletes végű próbatestek némileg magasabb átlagos szakadási nyúlást eredményeztek, a széles szórásstartományok miatt azonban a különbség nem volt szignifikánsnak tekinthető. A legmagasabb átlagos szakadási nyúlás értékeket a szendvics és a nyíl alakú fülekkel ellátott próbatestek érték el. Emellett ezek szórás tartománya is egyértelműen szűkebb volt a többi típusénál. Az X-pillangó próbatestek nem értek el jelentősen jobb eredményeket, mint a szabványos próbatestek.

A különböző próbatest típusok szakadási nyúlásainak átlagai csak kis mértékben tértek el, ezért indokolt volt a különbségek szignifikanciájának statisztikai vizsgálata. Az eredményssorozatok között páronként Welch-próbákat végeztünk.



14. ábra: A próbatestek tönkremeneteli nyúlásai és a károsodás kezdetéhez tartozó nyúlások

A Welch-próbák eredményei alapján a következő megállapításokat tettük:

- A szendvics próbatestek mindkét szabványos próbatestnél szignifikánsan nagyobb szakadási nyúlás értékeket értek el.
- A szabványos próbatestek között nem fedezhető fel szignifikáns különbség, így nem érdemes a bonyolultabb, ferde végű fülekkel ellátott próbatesteket használni.
- A nyíl alakú fülekkel ellátott próbatestek szakadási nyúlásai csak a ferde végű fülekkel ellátott próbatestek eredményeitől térnek el szignifikánsan.

Az X-pillangó próbatestek szakadási nyúlási eredményei nem különböztek szignifikánsan a szabványos próbatestek eredményeitől.

Azon próbatesteknél, ahol nem volt megjelölhető károsodás kezdeti pont, elmondható, hogy a tönkremenetelt nem előzte meg jelentős károsodási esemény. A 14. ábra alapján a szendvics és az X-pillangó próbatestek esetén csak elvétve tapasztaltunk korai károsodáskezdetet, ami előnyös, mert megbízhatóbbá teszi az eredmények kiértékelését. Ezzel együtt az is megfigyelhető, hogy az említett két próbatest típus esetén a károsodás kezdete jelentősen közelebb esett a végső tönkremenetelhez, mint a többi próbatest típusnál, ami szintén segítette a precízebb kiértékelést.

A végső tönkremenetel szórása jól mutatja, hogy az adott próbatest mennyire ad megbízható, precíz eredményeket. Ilyen szempontból a nyíl alakú fülekkel ellátott és a szendvics próbatestek szerepeltek a legjobban.

A legalacsonyabb nyúlásértékeket a legnagyobb szórás mellett a ferde végű füllel ellátott szabványos próbatestek vizsgálatokor kaptuk. Ennek oka feltehetően az lehetett, hogy a fülek ferde részei alatt egyre kisebb a befogópofákról átadódó nyomóerő, így előfordulhat ragasztó tönkremenetel, a fülek részleges elválása, amely hamarabb bekövetkező tönkremenetelt, és korán bekövetkező feszültség eséseket okozhatott.

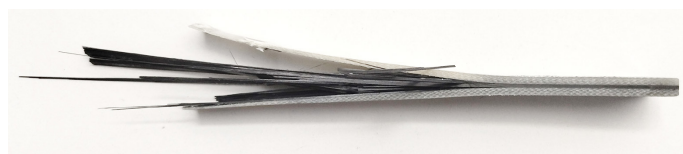
A ferde végű füllel ellátott próbatestek ferde szakasza emellett egyedi törésképet eredményezett, amit a 15. ábra szemléltet. A jelenség lehetséges magyarázata, hogy a

ferde részeken nagy terhelésnél már elvált fülek lehetővé tették, hogy a próbatest törésének pillanatában tehermentesülő (a fülek felé nagy sebességgel elinduló) anyagrészek tehetetlenségükönél fogva befűrődjanak a próbatest befogott részébe.



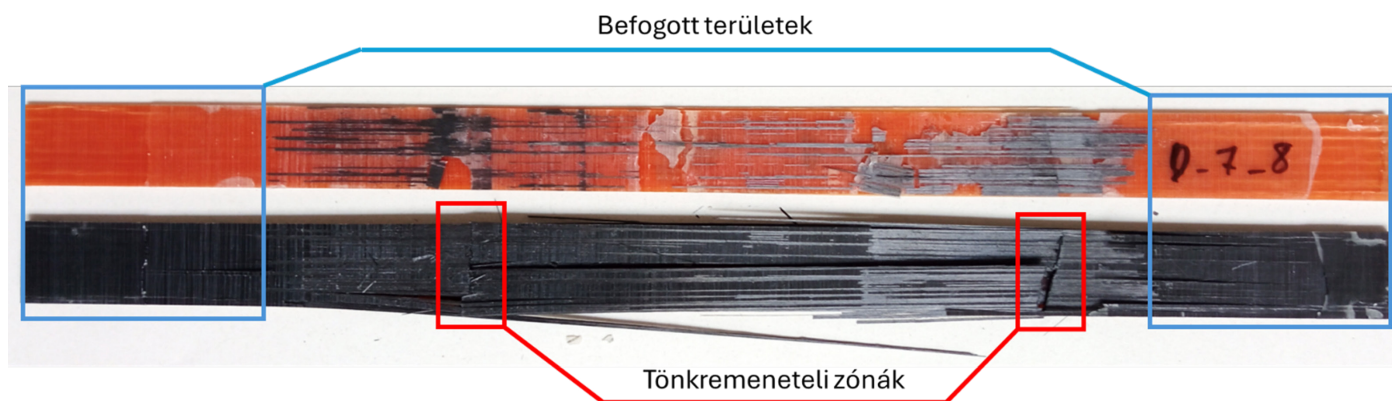
15. ábra: Egy ferde végű fülekkel ellátott próbatest jellemző töretképe (oldalnézet)

A kísérleti próbatestek között az X-pillangó minták érték el a legalacsonyabb szakadási nyúlás értékeket. Ezek a próbatestek a ferde végű fülekkel ellátott próbatestekhez hasonló töretképet eredményeztek, feltehetően szintén a fülek ferde szakaszainak korai elválásának köszönhetően (16. ábra).



16. ábra: Egy X-pillangó próbatest jellemző töretképe (oldalnézet)

A folytonos védőréteg a szendvics próbatestet megóvta a tönkremenetel során jelentkező, robbanásszerű szétszóródástól, amely az összes többi próbatestnél rendszeresen jelentkezett. A próbatest egyben maradása előnyös, mert a szakítást követően könnyebben vizsgálható a töretkép és megállapítható, hogy a vizsgált réteg tönkremenetele melyik keresztmetszetben történt meg. A 17. ábrán egy szétnyitott szendvics próbatest látható tönkremenetel után. A próbatesten látható, hogy a tönkremeneteli zónák bizonyos távolságra vannak a befogópofák szélétől, azaz a lehetséges feszültséggyűjtő helytől. Ebből arra következtethetünk, hogy a szendvics próbatestek tönkremenetelénél nem játszik jelentős szerepet a feszültséggyűjtő hatás.



17. ábra: Egy szendvics próbatest töretképe szétnyitás után (üvegszálás védőréteg, vizsgált szénszálás kompozit réteg)

6. Összefoglalás

Vizsgálataink során öt azonos anyagú, de különböző geometriájú, UD szénzál/epoxi próbatesten végeztünk húzóvizsgálatokat. A próbatestek között két szabványos és három kísérleti próbatest típus volt.

A szakítóvizsgálatokat követően a szakadási nyúlás eredményeket összevetve szignifikáns eltérést találtunk a szendvics próbatestek és a szabványos próbatestek között, valamint a nyíl alakú fülekkel ellátott és a ferde végű fülekkel ellátott próbatestek között a kísérleti próbatestek javára. Az X-pillangó próbatestek ezzel szemben nem értek el nagyobb szakadási nyúlást a szabványos próbatestekénél. A nyíl alakú fülekkel ellátott és szendvics próbatestek emellett alacsony szórásértékeket produkáltak, amely a típusok megbízhatóságát erősíti meg.

A kiértékelés során azt is megvizsgáltuk, hogy a tönkremeneteli folyamatokban felfedezhető-e valamilyen szabályszerűség a tönkremenetel kezdete, a szakadási nyúlás, valamint annak szórása között. Megállapítottuk, hogy a szendvics és az X-pillangó próbatest típusok esetén a korai károsodást szenvedett próbatestek aránya jelentősen kisebb volt, mint a többi típusnál, és a károsodás kezdetéhez tartozó nyúlás közelebb esett a tönkremeneteli nyúláshoz. Ez azt mutatja, hogy az említett típusok megbízhatóbb eredményeket adnak és a mérési adatok kiértékelése kevésbé bizonytalan.

Vizsgálataink alapján a legnagyobb (és feltehetően legpontosabb) szakadási nyúlást a szendvics próbatest típus segítségével lehet kimérni alacsony szórás és elenyésző arányú korai károsodást mutató próbatest mellett. A típus hátránya, hogy előállítása munka- és anyagigényesebb, mint a szabványos, vagy a szintén jól teljesítő nyíl alakú fülekkel ellátott próbatesteké.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatalnak az OTKA K 131882

számú pályázat keretében, valamint a Kulturális és Innovációs Minisztériumnak az NKKP ADVANCED 149578 számú pályázat keretében nyújtott támogatásért. Cél Gergely köszönetet mond a Magyar Tudományos Akadémiának a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj keretében nyújtott támogatásért.

Irodalomjegyzék

- [1] EN ISO 527-5: Plastics. Determination of tensile properties. Part 5: Test conditions for unidirectional fibre-reinforced plastic composites (2009).
- [2] ASTM D3039/D3039M: Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials (2011).
- [3] M. Hojo, Y. Sawada, H. Miyairi: Influence of clamping method on tensile properties of unidirectional CFRP in 0° and 90° directions — round robin activity for international standardization in Japan. Composites, 25, 786-796 (1994).
- [4] Gergely Czel, Meisam Jalalvand, Michael R. Wisnom: Hybrid specimens eliminating stress concentrations in tensile and compressive testing of unidirectional composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 91, 436-447 (2016).
- [5] Kumar R., Mikkelsen L. P., Lilholt H., Madsen B.: Experimental Method for Tensile Testing of Unidirectional Carbon Fibre Composites Using Improved Specimen Type and Data Analysis. Materials, 14, (2021).
- [6] Babak Fazlali, Shailee Upadhyay, Sagar Ashokbhai Ashodia, Francisco Mesquita, Stepan V. Lomov, Valter Carvelli, Yentl Swolfs: Specimen designs for accurate tensile testing of unidirectional composite laminates. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 175, (2023).
- [7] Babak Fazlali, Christian Breite, Gergely Czel, Bodo Fiedler, Dennis Gihardt, Masaki Hojo, Hannes Koerber, Rajnish Kumar, María Luisa Velasco, Ian McEnteggart, Lars P. Mikkelsen, Federico Paris, Ichiro Taketa, Michael R. Wisnom, Yentl Swolfs: Round-robin programme for longitudinal tensile testing of unidirectional composites: results, conclusions, and recommendations, Polymer Testing, 152, (2025).



Q-SUN® Xe-8

Nagy kapacitású, Forgódobos Xenon
Időjárásállóságvizsgáló



INTESZT Méréstechnika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.
Központ: H-1113 Budapest, Nagyszőlős utca 39.
Tel: 06 (1) 468 3798 / 06 (1) INTESZT / Fax: 06 (1) 468 3799
e-mail: info@inteszt.hu web: www.inteszt.hu



2025. évi MAROVISZ Díj kitüntetettje SKOPÁL ISTVÁN, anyagvizsgáló szakértő

The 2025 MAROVISZ Award winner is ISTVÁN SKOPÁL, materials testing expert

A 2025. évi MAROVISZ Díj átadása a XIV. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencián és Kiállításon 2025. március 25-én, a Hotel Eger és Park konferencia-termében került sor.

A MAROVISZ megalakulásának 10. évfordulóján alapított MAROVISZ Díjat az a személy kaphatja meg, aki szakmai életútja során

- munkásságával a roncsolásmentes vizsgálat módszereinek szakszerű és eredményes gyakorlati alkalmazását szolgálta;
- ismereteinek közreadásával hozzájárult szakmai közösség felkészültségének, hazai és nemzetközi társadalmi elismertségének növeléséhez.



Kétévente egy-egy személynek adományozható elismerésre – a korábbi díjazottakból, a MAROVISZ elnökéből és a díjbizottság elnökéből álló – Kuratórium alakította ki titkos szavazással állásfoglalását. A nyilvános felhívásra beérkezett javaslatok értékelését követően, a díjazott személyét a Kuratórium elnöke terjesztette az Elnökség elé.

A 2025. év MAROVISZ Díj kitüntetettje **Skopál István okleveles fizikus, anyagvizsgáló szakértő**. Az elismerést a díjazott Dr. Trampus Péter MAROVISZ elnöktől és Dr. Gáti Józseftől, a MAROVISZ Díj Kuratóriumának elnökétől vette át, majd szakmai tevékenysége lényegét összefoglaló előadásban mutatta be.



Skopál István, a MAROVISZ Díj kitüntetettje, átveszi a díjat Dr. Gáti Józseftől és Dr. Trampus Pétertől

A Kuratórium elnöke a kitüntetett szakmai életpályáját az alábbiak szerint ismertette.

Skopál István 1975-ben szerzett okleveles fizikus diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetem fizikus szakán. 1975-1990 között a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Fizikai Kutató Intézet tudományos

munkatársaként kezdetben az elektromos ellenállás és a kristályszerkezet közötti kapcsolat vizsgálata volt fő feladata. További kutatásai a porkohászati termékek roncsolásmentes ellenőrzésére, az ipari vizsgálati technológiák fejlesztésére, az elektromágneses vizsgálatok matematikai modellezésére irányultak.

1991 és 1993 között a LIS Befektetési Kft. tudományos munkatársaként a kísérleti villamos gépek energia-veszteségeinek vizsgálata volt alapvető feladata. 1994-től az AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt., majd Zrt. munkatársaként folytatta tevékenységét. Érdeklődése a roncsolásmentes anyagvizsgálat felé irányult. 1996-1999 közötti időszakban a SZTÁV Zrt., és az AGMI Zrt. roncsolásmentes anyagvizsgáló tanfolyamait rendre elvégezve, ET3,

UT2, PT2 és VT2 tanúsítványt, OKJ-s szakképzettséget és az MSZ EN 473 jelzetű szabvány szerinti tanúsítványt szerzett.

Az AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt. örvényáramú és fejlesztési csoportvezetőjeként fő feladata a vizsgálati és vizsgálat-fejlesztő projektek szervezése és szakmai irányítása, kapcsolattartás a megrendelőkkel és az alvállalkozókkal, ajánlatok készítése, marketing tevékenység végzése, szakmai napok megszervezése és lebonyolítása volt. Szakmai tevékenysége kiterjedt az ipari hibavizsgálatok és mérések, valamint a speciális, ipari vizsgálati technológiák kifejlesztésére, azok irányítására.

2010-től egyéni vállalkozó anyagvizsgáló szakértő, tevékenységének fő területe – a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés megbízásából – az atomerőművi roncsolásmentes vizsgálatok minősítése, vizsgálat-minősítő csoportok vezetése.

Pályafutása során széleskörű oktatási tevékenységet folytatott az anyagvizsgáló szakemberek képzése terén. 1990-től több oktatási tematikát és jegyzetet készített OKJ-s, illetve MSZ EN 473 szerinti örvényáramú anyagvizsgáló szaktanfolyamokhoz a SZTÁV Rt. és MHTe megbízásából. Ezek mellett 1991-től bekapcsolódott az AGMI Rt. és a Hidra Kft. keretében folyó anyagvizsgáló szakképzés oktatási és vizsgáztatási feladataiba is. 1995-től tevékenysége kiterjedt a MAROVISZ és az MHTe vizsgakérdéseinek összeállítására az anyagvizsgáló szakképesítő és minősítő vizsgákhoz. 2020-tól bekapcsolódott a Debreceni Egyetem Műszaki Kar Gépészmérnöki Tanszék keretében folyó Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló szakmérnök/szakember szak képzésébe.

Skopál István 1998-tól tagja a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetségnek. A MAROVISZ képviselője a Magyar Szabványügyi Testületben, 1996-tól vesz részt a

roncsolásmentes vizsgálati EN szabványok fordításában.

2009-től bekapcsolódott az EN 473 és ISO 9712 szabvány harmonizálását végző nemzetközi munkacsoport munkájába. A Szövetség megbízásából 2011-2013 között projektmenedzseri, szakmai lektori és szerkesztői feladatokat látott el a „Roncsolásmentes anyagvizsgálók minősítése – Európai képzési program továbbadása” nevű Leonardo-projekt keretében.

2012-től tíz éven át vett részt az ISO/TR 25107 és a 25108 jelű útmutató, valamint az ISO 9712 azonosító-jú szabvány revízióját végző ISO munkacsoport, illetve műszaki albizottság munkájában. Kiemelkedő tevékenységet folytatott a „Leonardo-tankönyvek” megújításának koordinátoraként, az új tankönyvek társszerzője és szerkesztőjeként. 2023 és 2024 között részt vett az EASI-STRESS projekt keretében a CEN/TS 18094 jelű műszaki specifikáció kidolgozását végző nemzetközi munkacsoport munkájában.

A MAROVISZ mellett több hazai szakmai szervezetben is vállalt és vállal feladatokat. 2001-ben csatlakozott a Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamarához, 2004-óta

vállal feladatokat a Felnőttképzési Szakértők Országos Egyesületében.

Pályájának kezdete óta rendszeres résztvevője a hazai és nemzetközi konferenciáknak, folyamatosan publikál szakmai folyóiratokban.

Tevékenységét a MAROVISZ javaslatára 2024-ben Havercroft Award oklevéllel ismerte el a Nemzetközi Roncsolásmentes Vizsgálati Bizottság (ICNDT).

Skopál István egész munkásságát az elkötelezettség hatotta és hatja át napjainkban is az ipari vizsgálati technológiák fejlesztése, a roncsolásmentes anyagvizsgálatok ismeretanyagának feltárása, megismertetése, szabványosítási folyamatának támogatása terén közmegebecsülést élvező társadalmi-közéleti tevékenységet fejt ki. Fáradhatatlanul azon dolgozik, hogy az ismeretek mind szélesebb köre beépüljön a tudásbázisokba és maga is kiemelkedő szerepet vállal roncsolásmentes vizsgáló szakemberek képzésének széles vertikumában.

Dr. Gáti József

MAROVISZ Díj Kuratórium elnök



QLX1

Hordozható laboratóriumi teljesítmény

Az új lézer-OES-spektrométer az összes fémelemzési igényéhez !



INTESZT Méréstechnika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

Központ: H-1113 Budapest, Nagyszőlős utca 39.

Tel: 06 (1) 468 3798 / 06 (1) INTESZT / Fax: 06 (1) 468 3799

e-mail: info@inteszt.hu web: www.inteszt.hu

quantolux.com

45. Balatoni Ankét

45th Anket of Balaton

Hazánk legnagyobb ipari balesetének (Répcelak, 1962. január 2.) 10. évfordulóján elindított konferenciasorozat 45. rendezvénye 2025. november 27-29. között került lebonyolításra Siófokon a Hotel Azúr szállodában.



Hazánk legnagyobb ipari balesetének történései

Az idei rendezvény fő témájának „**Döntéshozatal a nyomástartó rendszerek életében**” gondolkört választották a szervezők. Ennek alapvető indoka, hogy számos esetben találkoztunk a nyomástartó rendszerek területén a komoly következményekkel járó döntésekkel a rendszer további üzemeltetése, leállítása, javítása vagy cseréje kapcsán. Ilyenkor mindig felmerül a kérdés, hogy milyen szempontok alapján fogalmazhatók meg a döntések lehetőségei, alternatívái. A legfontosabb érv a biztonság fenntartása, de ennek természetesen komoly anyagi következményei lehetnek. Minden döntésnek számos peremfeltétele van, ezek mérlegelése, súlyának figyelembevétele pedig elengedhetetlen. A szakemberek találkozásának, eszmecseréjének fő célja a döntési folyamatokban szerzett tapasztalatainak megosztása, a „jó gyakorlatok” közkincs-tárházának bővítése. A döntések sorozata elkezdődik már a tervezésnél, és végigkíséri a nyomástartó rendszerek egész életét. Leggyakrabban a meghibásodások javításával kapcsolatban kell döntéseket hozni. Ezek halmazával évek óta minden Balatoni Ankét foglalkozik, de most igyekeztünk összefoglalni azokat a módszereket, amelyek megkönnyíthetik a jövőbeli tevékenységet.

A szervezés során az alábbi alapvető témakörök kerültek megfogalmazásra:

1. Döntésmélet, iparpolitikánk aktuális kérdései, szabványosítás, jogi szabályozás, szakképzés.
2. Törésmechanika, kopás, fáradás, kúszás, korrózió, mint döntést befolyásoló tényezők.
3. A közelmúltban történt nyomástartó rendszer meghibásodások és javításuknál történt döntések elemzése.
4. Anyagvizsgáló módszerek az állapot értékelési döntéshozatalnál.
5. Mesterkurzus „Cseré vagy javítás” döntés meghibásodások esetén példákkal illusztrálva.

A rendezvény céljaiban megfogalmazott gondolatok iránti érdeklődést meglehetősen jól visszatükrözi a regisztrációs asztal fényképe.



*A regisztrációs asztal fényképe
(Részvevők száma 173 fő)*

A rendezvényt Takács János a GTE elnöke és Farkas Attila a MAHEG üdvözlötte Illyi János, a „házigazda” levezető elnök szavait követően.

A „**Nyomástartó Rendszerek Biztonságáért Díj**” elismerésben a Kuratóriumi tagok egységes döntése alapján **Dr. Somogyi Sándor** részesült. A díjat az alapítók, a Gépipari Tudományos Egyesület elnöke Takács János és a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum igazgatója Eichinger Attila adta át. A díjazott hegesztési szakember hazai és nemzetközi szakmai tevékenységét a kuratórium elnöke, Tóth László méltatta. Laudációjában kiemelte azt a nemzetközi ismertséget, amelyet Somogyi Sándor szerzett munkája során az Orenburgi Gázvezeték építésétől az Amerikai Gépészmérnökök Egyesületében végzett minősítő tevékenységén át. Ez utóbbi munkakörben eltöltött 28 év (1996-2024) munkájának intenzitását talán az a 3500 beszállókártyán kívül az 50 országban elvégzett mintegy 1400 db ASME szerinti vállalatminősítés is híven jellemezheti. Részletes bemutatását Gáti József, a MAHEG elnökének tollából származó közlemény tartalmazza.

A konferencián elhangzott 23 előadásra úgy lehet tekinteni, mint egy naprakész áttekintésre a választott általános témakör tekintetében. Nehéz kiemelni azok bármelyikét is, de mindenképpen nagyon hasznos ismeretek nyújtott „**Az energiaszektor jövőjét**” taglaló előadás, amelyet a MOL Nyrt. részéről Sveria Viktor, a Csoport szintű Stratégiai és fenntarthatósági igazgató tartott. Hogy mennyire is fontos az a rugalmasság, alkalmazkodó készség, képesség, döntéshozatal, amelyről részletesebb képek is felidézhetők az előadásból, napjaink energiaválsága, a MOL Százhalombattai Finomítóban bekövetkezett robbanás és a Hormuzi-szoros eseményei kapcsán kézenfekvővé vált (sajnos). Számtalan előadás kiemelhető lehetne mind

tartalmi, mind pedig formai szempontjából rámutatva a „tartalom és forma” egységének szükségessége szerint, de ez túlságosan hosszú beszámolót eredményezne. E helyett csupán két mozzanatot emelnék ki.

Az egyik az un. **MESTERKURZUS**, amelynek témája a „**Csere vagy javítás**” volt. E gondolat „átfordítható” azon életszemléletbe is, hogy „*ha nem tudsz javítani valamit, legalább ne ronts a helyzeten!*” A kurzus egy pillanatát rögzítette a következő fénykép.



A Mesterkurzus résztvevői

A Magyar Hegesztési Egyesület (MAHEG) és a GTE közösen „**Kiváló Fiatal Mérnök Díjat**” hirdetett meg a 30 év alatti fiatal mérnökök számára. A benyújtott pályaművek előzetes értékelése alapján a legjobbnak ítélt hármat a szerzőik előadták.



A „Kiváló Fiatal Mérnök Díj” pályázói és nyertesei középen

Ezek közötti sorrendet a helyszínen kijelölt bírálóbizottság értékelte a kiírásban szereplő szakmai és formai szempontok figyelembevételével. A Dobránszky János, Verbai Balázs és Tóth László alkotta bizottság szótöbbséggel meghozott döntése **Kasó Ferenc Áron** „*Nyomástartó edény méretezési elvek összehasonlítása orosz és magyar előírások szerint*” című munkáját ítélte a legjobbnak.

A nívós szakmai előadásokat élénk vita követte, ami már önmagában is jelezte a kezdeményezés sikerét, az előadások szakmai, formai nívóját valamint a konzulensek felkészítési eredményességét. Ezt tükrözi e periódusból kiragadott pillanatkép is.



A „Kiváló Fiatal Mérnök Díj” szekció kiragadott pillanata

A baráti vacsorát idén egy illuzionista fellépése tette hangulatossá. Produkciójába bevonta a nézőket is. A nemzeti színpadokon is fellépő művész eredeti foglalkozása gépészmérnök.



Az eredetileg gépészmérnök illuzionista egyik száma a konferencia résztvevőjével

Az ipartörténethez kötődő előadást immáron tradicionális jelleggel Fehérvári Attila állította össze „*Híres emberek cselekedetei a közélet, ezen belül a műszaki élet alakulásában fontos szerepet játszó személyek, események és helyszínek*” címmel. A mintegy 50 dián összefoglalt történelmi korszak eseményeit teljes csöndben hallgató résztvevőket olyan érzések fogták el, mintha újszerű történelemórán ülnének.

Általános megállapításnak tekinthető az, hogy a jelentőzők számottevő hányada továbbképzésként tekint az ankétára, és ez jelentősen növeli az érdeklődést. A Magyar Mérnöki Kamara a 45. Balatoni Ankétan is elektronikus úton vette nyilvántartásba a részvételt és igazolta a kamarai tagoknak. Ez a szám az előző évihez hasonlóan változatlanul magas (60 fő). A Kamara is elismeri az itt folyó szakmai munkát és két szakterületen is elfogadja éves továbbképzésnek az ankétot.

Engedje meg a Tisztelt Olvasó, hogy személyemben olyan résztvevő is köszönetet mondjon a főszervezőknek, Illyi Jánosnak és Kurucz Botondnak aki szinte minden eddigi rendezvény résztvevője lehetett az ankétoknak lehet a Balatoni vagy „lánykori nevén” Csapaki is. A résztvevők nevében,

Tóth László
ny. egyetemi tanár



A 45. Balatoni Ankét házigazdái: Illyi János és Kurucz Botond

Dr. Somogyi Sándor életpályájának elismerése

Lifetime Achievement Award of Dr. Sándor Somogyi

2025. november 27-29. között személyes megjelenés mellett rendezte meg a 45. Balatoni Ankétot a Gépipari Tudományos Egyesület (GTE) Százhalombattai Területi Szervezete és a Magyar Hegesztési Egyesület, mint társzervező. A siófoki Hotel Azúrban szervezett tanácskozás központi témaköre a „Döntéshozatal a nyomástartó rendszerek életében” volt.

Az Ankét rámutatott arra, hogy a nyomástartó rendszerek területén számos alkalommal kell komoly következményekkel járó döntéseket hozni a további üzemeltetésre vagy leállításra, javításra vagy a cserére vonatkozóan. A tanácskozás e döntési folyamat kérdéskörét, a módszereket járta körül példákkal illusztrálva a tervezéstől a nyomástartó rendszerek egész élettartamán át.

Immár nyolcadik alkalommal került sor az Ankéton a Gépipari Tudományos Egyesület és a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum által 2016-ban – az 1969. január 2-án bekövetkezett répcelaki katasztrófa emlékére – alapított „Nyomástartó Rendszerek Biztonságáért Díj” átadására. Az elismerést azok a nyomástartó rendszer tervezők, fejlesztők, gyártók, üzemeltetők, vizsgálók, oktatók, hatósági szakemberek kaphatják, akik munkájuk során huzamosabb időn keresztül az alapítói célban megfogalmazott tevékenységet végeztek.

Dr. Tóth László professzor vezette Kuratórium a 2025. évi Nyomástartó Rendszerek Biztonságáért Díjat **Dr. Somogyi Sándor** kohó- és hegesztőmérnök, ASME team leader részére ítélte oda. Az elismerő oklevél és a plakett mellett – a Díj alapító okiratában rögzített, Károly Róbert által veretett három aranyforint összegű – pénzjutalommal jár. A díjat Dr. Tóth László laudációját követően, Dr. Takács János GTE elnök és Eichinger Attila, a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum igazgatója adta át.



Dr. Takács János és Eichinger Attila átadja a Nyomástartó rendszerek Biztonságáért Díjat Dr. Somogyi Sándor részére

Somogyi Sándor 1951. április 29-én született a Békés megyei Dévaványán. Középiskolai tanulmányait a debreceni Mechwart András Gépipari Technikumban végezte, majd felvételt nyert a Leningrádi Politechnika Intézet kohómérnöki karának hegesztéstechnológia és metallurgia szakára. Tanulmányai befejeztével a Gépipari Technológiai Intézet (GTI) Hegesztési Főosztályán tudományos segédmunkatársként kezdett dolgozni. Első feladatául tanulmányt készített a paksi atomerőmű beruházója, az ERBE részére az atomerőművi hegesztők minősítési rendszeréről.

1976. január 2-től a Gyár és Gépszerelő Vállalat hegesztő szakembereként dolgozott. Feladata Szovjetunióba, az „Orenburg – Szovjetunió Nyugati Határa”, mai nevén a Testvériség gázvezeték építéshez kapcsolódó huszti kompresszor állomáshoz rendelte, ahol ASME szerinti technológiai utasítást használtak a kivitelezési munkák során. 1979-es hazaérkezését követően felelős hegesztőmérnök beosztásban a vállalat központjába került, a Paksi 1. blokk szerelés-hegesztési munkáinak irányításával bízták meg.

1982 őszén az Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyelet (AEEF) Anyagvizsgáló Laboratóriumának munkatársa lett. Dunai Kőolajipari Vállalat (DKV) Katalitikus Krakküzem (FCC) beruházásának gyártási és helyszíni szerelését független, harmadik félként működő szakértői csoport vezetőjeként látta el. 1985 decemberében átvette a Laboratórium vezetését. Mindennapi feladatai mellett nagy hangsúlyt helyezett a minőségbiztosítási szemlélet mind szélesebb körű hazai elterjesztésére, illetve alkalmazására a nyomástartó berendezések gyártása terén.

Az AEEF Laboratóriumra alapozva, 1986-ban, kezdeményezésére és vezetésével jött létre az Anyagvizsgáló és Minőségügyi Főosztály. A Főosztály munkatársaival, – így Zolnay Gáborral és Fodor Olivérrel – aktívan részt vett a hegesztő-anyagvizsgáló társadalom életében, az új vizsgálati és hegesztési technológiák bevezetésében.



Beindult a hegesztő vállalatok minősítése, folytatódott a harmadik félként végzett műszaki felügyeleti tevékenység.

Az 1980-as években a magyar delegátusok egyikeként, – Rittinger János, Szunyogh László, Fehérvári Attila és Kristyák Ernő mellett – bekapcsolódott az Interatomenergo atomerőművi szabványosítási munkájába. Kapcsolatba került az ASME-vel, és az NBBI (Kazán és Nyomástartó Edény Felügyelők Nemzeti Testülete) képviselőivel.

1992-ben kinevezték az AEEF műszaki igazgatóhelyettesének, ahol kiemelt feladatának tekintette a szervezet felkészítését a felügyeleti tevékenység jövőjét befolyásoló európai direktívák szerinti elvárásokra. Nagy hangsúlyt fektetett a nemzetközi kapcsolatok kialakítására.

1996. január 1-ei hatállyal kormányrendelettel létrehozták a Műszaki Biztonsági Főfelügyeletet, az anyagvizsgáló laboratóriumot kiszervezték. 1996. június 30-ai hatállyal Somogyi Sándor munkaviszonya megszűnt. Ekkor keresték meg az ASME New York-i központjából és meghívták az ASME vállalatminősítő szakértői közzé.

Somogyi Sándor különösen büszke arra, hogy Ő volt az első, nem angol anyanyelvű és nem amerikai ASME minősítő szakember (team leader). Az ASME lett az utolsó munkahelye, ahonnan közel 28 év aktív tevékenységet követően ment nyugdíjba. Ezalatt a majdnem három évtized alatt 50 ország mintegy 1400 nyomástartó berendezést gyártó,

szerelő, tervező vállalat minősítését vezette. Ennek során bejárta a világ valamennyi földrészét, szolgálati utazása volumenét több mint 3500 repülő beszállókártya fémjelzi.

Dr. Somogyi Sándor pályája során számos szakmai szervezetben, bizottságban folytatott tevékenységet. 1975-2020 között a Gépipari Tudományos Egyesületben vállalt feladatokat, ellátta a Nyomástartó edények és csővezetékek szakbizottság és a Nyomástartó berendezések hegesztése szakbizottság elnöki feladatait. Emellett elnöke volt az MSZT/MBT 412 Hegesztés és rokoneljárásai nemzeti szabványosító műszaki bizottságnak, Nemzeti Akkreditáló Testület, Tanúsítás szakmai akkreditáló bizottságnak, a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium (GKM) Nyomástartó Műszaki Szakbizottságnak. Szakértői tevékenységet látott el a GTE, a Budapesti és a Pest Megyei Mérnöki Kamara keretében és az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium (IKM) Ipari szakértői engedélye birtokában.

Szakmai tevékenységét a Minisztertanács 1988-ban Kiváló Munkáért kitüntetéssel ismerte el. A GTE 2000-ben az egyesületi tudományos társadalmi munka eredményes szervezéséért és irányításáért – a Hegesztési Szakosztály javaslatára – az Egyesületi Érem kitüntetést adományozta részére.

Gratulálunk a kiemelkedő szakmai elismeréshez!

Dr. Gáti József



ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA PUBLIKÁLJON NÁLUNK!

**Írjon szakmai vagy általános
témájú cikket**

az

Anyagvizsgálók Lapjába!

Részletekért látogassza meg honlapunkat,
vagy írjon az alábbi email címre:

avilap.szerk@gmail.com

www.avilap.hu



Beszámoló a Lvivben, 2026. március 3-5. között tartott „Anyagok Törésmechanikája és a Szerkezetintegritás” 7. Nemzetközi Konferenciáról

Report on the 7th International Conference on “Fracture Mechanics of Materials and Structural Integrity,” held in Lviv from March 3-5., 2026

A médiákban naponta hallhatjuk egy független, megtámadott ország barbár háborújának szörnyűségeit. Mégis azt kell mondani, hogy az élet zajlik tovább ott és úgy, ahogyan ezt a helyszíni körülmények lehetővé teszik. Lakóhelyemtől 400 km-re keletre fekvő Lviv városa is megszenvedte a Közép-Európa történelmi viharait. A várost Lemberg, Lvov és Lviv névvel is megtaláljuk a különböző korok térképein. Ugyanazon település elnevezésének sokaságában talán Belgrád a „csúcstartó”. Nem a történelem a szakterületem, így nem is merülök el még az áttekintésben sem, inkább javaslom, hogy békés időszakban „bóklásszanak” abban a városban, ahol ezt a táblát is megtalálhatják, ahol a kiváló matematikusunk, Bolyai János 1830-1832-ben élt és dolgozott. Egyik utolsó részvételem a konferenciasorozaton 2019-ben volt. Akkor még Trampus Péterrel közösen képviseltük hazánkat a nemzetközi tanácsadói testületben. Az előadók sorát pedig Beleznai Róbert bővítette.

Már 2019-ben is érezhető volt az ukrán lakosok „nyugat irányába történő menekülése”, hiszen a Krim-félszigetet

az orosz állam annektálta 2014-ben. Ezzel jelentős politikai instabilitás következett be. A rendszeres nemzetközi konferencia megszervezése így 7 évet váratott magára.



Bolyai János emléktáblája
Lvivben

Ennek szomorú (de egyben felemelő) aktualitását szolgáltatta a 97 éves korában elhunyt korábbi intézetigazgató születésének centenáriuma. Életéről, tevékenységéről az Anyagvizsgálók Lapja 2023/II. számában olvasható megemlékezés. A „háborús idők” ellenére 51 előadás és 22 rövid bemutató megtartására került sor a háromnapos rendezvényen. Ezek közül mindössze 11 volt a nem személyes részvétellel tartottak száma. Igaz volt olyan szervezőbizottsági tag is, aki Tokióból lépett be a konferencia programjába (Prof. Toribio).

A rendezvényt igazán kiváló team szervezte. Ennek középpontjában az Intézet új igazgatója, Nazarchuk Zinoviy Teodorovych akadémikus az Ukrán Tudományos Akadémia és annak elnökségének tagja, valamint I. Dmytrakh, az Ukrán Tudományos Akadémia levelező tagja áll.

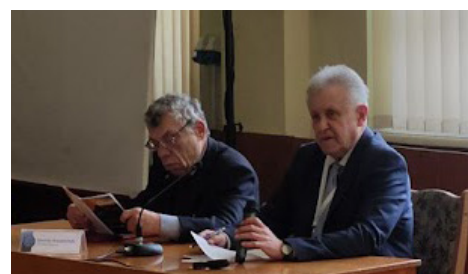
Az utóbbi az ún. 10. osztályt vezeti, amelyik az anyagok és szerkezetek szilárdsági problémáival foglalkozik hidrogént tartalmazó közegekben. A rendezvényt az intézet igazgatója nyitotta meg. Ezt követően az első előadásban I. Dmytrakh részletesen áttekintette azokat az eredményeket, amelyek V. Panasyuk közreműködésével, irányításával értek. Álljon itt az előadó első diáinak egyike, amely összefoglalást ad tevékenységéről és eredményeiről.



„Anyagok Törésmechanikája és a Szerkezetintegritás”
6. Nemzetközi Konferencia résztvevői, 2019-ben



A konferencia szervezőbizottsága (középen a két főszerző)



1. The Brief Biography and Scientific Interests



Academician of NASU
Volodymyr Panasyuk

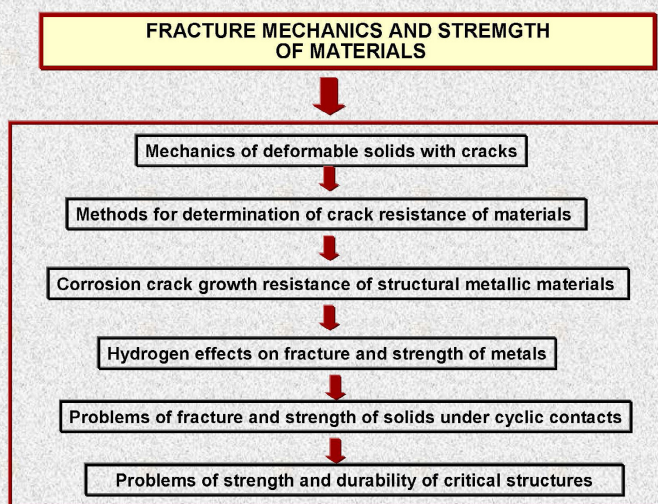
The scientific activity of V. Panasyuk is devoted to solving problems of physics and mechanics of fracture and strength of materials, development of the theory of fracture of bodies with cracks, physical and chemical mechanics of materials, etc. He proposed new original theoretical concepts and models for solving the problems of the limit equilibrium of elastic-plastic deformable bodies with cracks.

His scientific results are covered in over 600 publications, including 27 monographs, including the first monograph in Eastern Europe on the problems of limit equilibrium mechanics of solid deformable bodies with cracks.

3

I. Dmytrakh és előadásának diája

2. The overview of main research and achievements



4

CONFERENCE CHAIRMAN Z. Nazarchuk Director of the Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine			
INTERNATIONAL ADVISORY BOARD			
R. Abud United Kingdom	U. Glatzel Germany	G. Lesniak Poland	V. Pozniakov Ukraine
O. Andreykiv Ukraine	F. Iacoviello Italy	L. Lobanov Ukraine	A. Sedmak Serbia
G. Bolzon Italy	I. Janutieniene Lithuania	L. Marsavina Romania	I. Torbilio Spain
I. Dmytrakh Ukraine	W. Kaspizak Poland	P. Moreira Portugal	L. Toth Hungary
M. Elboujdaini Canada	Ye. Kryzhanivsky Ukraine	G. Nardoni Italy	O. Yasnii Ukraine
G. Gabetta Italy	R. Kushnir Ukraine	H. Nykyforchyn Ukraine	O. Zvirko Ukraine
E. Gdoutos Greece	T. Lagoda Poland	G. Pluvigne France	
CONFERENCE TOPICS		ORGANIZING COMMITTEE	
- Fundamentals, physics, and mechanisms of fracture and fatigue - Experimental fracture mechanics - Computational fracture mechanics - Solids mechanics - Fatigue and fracture of structural materials - Environmentally assisted degradation and cracking - Failure analysis and case studies - Structural integrity - Damage tolerance and risk analysis - Durability, safety, reliability, and life extension of components - Non-destructive evaluation and structural health monitoring - Advanced technologies for the repair of damaged objects - Other aspects of fracture mechanics		I. Dmytrakh - <i>Chairman</i> H. Nykyforchyn A. Syrotyuk O. Zvirko H. Krechkovska R. Leshchak M. Hredii - <i>Secretary</i>	
CONTACT INFORMATION Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine 5, Naukova St., Lviv 79060, Ukraine			

A konferencia hirdetője



"Fracture Mechanics and Strength of Materials" könyvsorozat

Az intézet szerteágazó és egyben sokrétű kutatásának fő célja a kritikus szerkezetek biztonságának értékelése. I. Dmytrakh előadását megkapva ebből emelek ki néhány részletet. Az előadó már első mondataiban is hangsúlyozta az intézeti tevékenység fő célkitűzését. Talán e 15 kötetes munka is jelzi azt a hatalmas energiabefektetést, amelyet az intézet (Karpenko Physico-mechanical Institute of the NAS of Ukraine) munkatársai e tématerületbe fektettek. Megtiszteltetésnek tekintem, hogy munkásságot és eredményeimet a szerkesztők méltónak találták arra, hogy a sorozat 7. és 13. kötetében megjelenhettek. A konferencia nem csupán e témakörrel foglalkozott, hiszen a munkatársak 11 különböző körben végzik világ-raszóló eredmények elérését. Ezeket és e témakörökben elhangzott előadásokat nem kívánom kiemelni két ok miatt sem. Egyrészt ezek azonosíthatók a konferencia körlevezében, másrészt az előadók az írásos változatokat publikálhatják az ESIS gondozásában megjelenő Procedia Structural Integrity folyóiratban.

Nehéz visszaadni egy olyan nemzetközi konferencia hangulatát, amelyen személyesen nem vettem részt, de ismerve az előadók egy részét – különösen a házigazdákat – őszinte meggyőződéssel írhatom le, hogy a szörnyű „külső körülmények ellenére” az „őváros” varázslatos hangulata olyan maradt, mint anno 2019-ben, a Trampus Péterrel és az előző konferencia résztvevőinek bolyongása során tapasztalhattuk. Meggyőződéssel hiszem és vallom, hogy a rövid beszámolót ugyanolyan motívummal kell zárnom, ahogyan nyitottam. A kezdést Bolyai János neve adta, a zárást Volodymyr Panasyuk szolgáltatja, aki családjával e városban élte le életét és több mint egy

fél évszázadon keresztül vezette azt a „csapatot”, amely világhírű eredményeket mutatott fel, és amelyet utódjára, Nazarchuk Zinoviy Teodorovych akadémikusra, az Ukrán Tudományos Akadémia elnökségének tagjára hagyott. Aki pedig az intézetbe fog látogatni a jövőben, a főépület bejáratánál e táblával találja szembe magát.

Tóth László



Volodymyr Panasyuk's family:
wife Klara, daughter Iryna,
and son Yuri

Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló szakmérnök képzés, III. évfolyam

Structural Integrity and Non-Destructive Testing Engineer Training Program, 3rd Year

Újabb évfolyam szerveződött hazánk unikális és egyben interdiszciplináris képzésére. Ha nagyon leegyszerűsítjük a képzés célját, akkor az mondható, hogy a cél olyan specializáció elérése, amely a következő kiegészítő kompetenciákkal vértézi fel a mérnököket:

1. Mit kell tenni a már évtizedeket üzemelt mérnöki szerkezetek biztonságának és még adott időtartamig történő biztonságos üzemeltethetőségének megítéléséhez?
2. Milyen roncsolásmentes vizsgálati eljárást válasszunk a szerkezetekben található eltérések detektálásához?
3. Hogyan, milyen módszerekkel értékelhetők az eltérések szerepe az üzemeltetés biztonságának megítélésében?
4. Hogyan és milyen eszközökkel modellezhetők az üzemi viszonyok és ezek hatása a beépített anyagok károsodási folyamataira?

Az első és második évfolyam tapasztalatait, véleményeit a szakmai közvélemény „szüretlenül” megismerhette^{1,2}. Most, 2026-ban újabb 7 fő jutott ilyen – mondhatjuk azt is, hogy „hézagpótló, szintetizáló” ismereteket nyújtó – diplomához. A képzés még Trampus Péter professzortársammal indult, de sajnos az államvizsgákon már nem láthatta visszaigazoltnak a kiváló képességű és szorgalmas hallgatók által befektetett energiák hasznosulását.



Végzett hallgatók csoportja

Mielőtt a most végzett 7 hallgató (fenti kép) véleményét ismertetném, engedje meg a Tisztelt Olvasó, hogy megkíséreljem tisztázni a létszám drasztikus csökkenésének lehetséges okait. Az természetes szemlélet, hogy egy-egy kurzus sikerét a jelentkezők és lefutott évek száma egyértelműen jellemzi. A korábbi és a mostani kurzusok létszámát összevetve természetes „hanyatlás” olvasható. Ennek alapvető oka az, hogy a Debreceni Egyetem Műszaki Kara megteremtette a saját konkurenciáját azzal, hogy meghirdette a Műszaki Diagnosztika Szakmérnök Szakirányú

Továbbképzési Szakot³. Érdekessége a történetnek az, hogy olyan oktató állt az élére a szak indításának, aki a Szerkezetintegritási és Roncsolásmentes Vizsgáló Szakmérnöki Szak (SZI-NDT) első évfolyamán végzett és abban az időben védte meg sikereden PhD dolgozatát a rezgésdiagnosztikai jelek rögzítése, feldolgozása és információtartalma témakörben. Hogy hasznos vagy káros volt-e az új szakmérnöki kurzus meghirdetése? Engedje meg a Tisztelt Olvasó, hogy egyik legilletékesebbjeként, a SZI-NDT kurzus egyik kidolgozójaként fejthessem ki véleményem. Trampus Péterrel sokat beszélgettünk arról, hogy milyen keretekbe szoríthatók a roncsolásmentes vizsgálati eljárások. Sok-sok változat áttekintése után jutottunk arra a megegyezésre, ami a tantervben óraszám-ban és tematikában megjelent. Hiányérzetünk természetes maradt, de a kompromisszumot elfogadtuk. Örömmel fogadtuk viszont Deák Krisztián ötletét, a „diagnosztikai szakmérnöki kurzus” tematikájának első változatát. Az új kurzus egyben új gondolkodási logikát is megnyitott. Egy szélesebb körű „műszaki biztonság” területét, hiszen az NDT hol határolható le (?) – merül fel a jogos kérdés. Egy csapágyellenőrzés, avagy rotorvizsgálat rezgéské-pének feldolgozása, elemzése nem roncsolásmentes vizsgálat? És még nem tértünk ki a mágneses jellemzők megváltozása és az anyagban üzemeltetés során vég-bemenő károsodási folyamatok kapcsolatára! A „műszaki biztonság ellenőrzése” több szakmai területet foglal magá-ba. A jelenleg meghirdetett két szakmérnöki szak része e témakörnek, a szakmai részek egymást kiegészítik, átfogóbb ismereteket nyújtanak. Aki mindkét témakörben jártasságot szerez, átfogóbban tekinthet e szakmai terü-letre. A további – modulszerű – bővítésről pedig célszerű szakmai konzultációkat szervezni.



A sikeres államvizsga utáni pillanatok

¹ Anyagvizsgálók Lapja. 2021/III. 66-68. old.

² Anyagvizsgálók Lapja, 2023/I. 52-54. old.

³ Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Diagnosztikai Szakmérnök: <https://mecheng.unideb.hu/muszaki-diagnosztikai-szakmemnok> (Letöltés dátuma: 2026.04.13.)

A korábbi gyakorlatnak megfelelően kértük a hallgatókat, hogy név nélkül mondják el érzéseiket, jó és rossz tapasztalataikat, amelyekkel a jövőben segíthetjük szakmai és marketing tevékenységünket. Ezek „szüretlen változatát” a következőkben elemezheti a Tisztelt Olvasó.

„A Szerkezetintegritási és Roncsolásmentes Anyagvizsgáló szakmérnöki szakot azért választottam, mert informatikusként egy roncsolásmentes anyagvizsgáló céggel állok kapcsolatban, és a jövőbeni együttműködés reményében szerettem volna átfogó képet kapni erről a szakterületről.

Elvárásaim között szerepelt egy szélesebb körű ismeretanyag, valamint egy olyan szemléletmód elsajátítása, amely segít megérteni a szakma alapvető összefüggéseit. A képzés tartalmában inkább a szerkezetintegritási ismeretek kaptak hangsúlyt, míg a roncsolásmentes anyagvizsgálatok részletei kisebb szerepet játszottak. A két féléves időkeret miatt a tanulmányok feszes ütemben zajlottak, ami jelentős időráfordítást igényelt, ugyanakkor lehetőséget biztosított az alapvető ismeretek gyors elsajátítására. A beadandó feladatok és az előadásanyagok nagyban segítettek az összefüggések megértését, bár egy egységes, átfogó jegyzet tovább növelhette volna az anyag átláthatóságát. Összességében elégedett vagyok a képzés minőségével, az oktatók felkészültségével és a tantárgyak összeállításával. Különösen pozitívnak tartom, hogy több oktató aktívan dolgozik a szakmában, ami hitelessé és gyakorlatiasabbá tette az oktatást. Az oktatók és a tanulmányi osztály segítőkész hozzáállása szintén kiemelendő. A megszerzett tudás várhatóan hasznos lesz a jövőbeli munkám során. Köszönöm a képzést és a lehetőséget!”

„Gyakorló anyagvizsgálóként vágtam bele a képzésbe, így a hagyományos roncsolásmentes eljárások terén a tananyag számomra inkább egy alapos és hasznos frissítést jelentett. Ami viszont valódi szakmai szintlépést hozott, az az adatok „mögé látásának” képessége.

Munkám során gyakran találkozom olyan korosodó ipari infrastruktúrával, ahol a mai, szigorú gyártási szabványoknak való utólagos megfeleltetés már nem az elsődleges szempont. A képzés olyan módszereket és eljárásokat mutatott be, amelyekkel pontosan megítélhető, hogy egy adott repedés vagy anyagfolytonossági hiány mennyire kritikus a szerkezet tényleges integritására nézve. A kockázatalapú karbantartás, ellenőrzés és az üzemalkalmassági vizsgálatok segítségével ma már számszerűsíteni tudom, milyen kockázatot hordoznak a feltárt eltérések a további üzemeltetés során, vagy éppen mikor válik elkerülhetetlenné a berendezés leselejtezése.

Izgalmas kitekintést nyújtott az Ipar 4.0 és a szimulációk világa is. Látni azt, hogyan válnak a helyszíni méréseink egy digitális modell szerves részévé, és hogyan lehet a vizsgálati képességet statisztikai alapokra helyezni, teljesen más megvilágításba helyezi a mérések pontosságát és a vizsgálatot terhelő felelősséget.

Összességében a képzés segített elmélyíteni az anyagok károsodási folyamataival kapcsolatos ismereteimet, és betekintést engedett a modellezés nyújtotta lehetőségekbe. Ez a tudás képessé tesz arra, hogy a megrendelőimnek érdemi javaslatokat tegyek az élettartam-gazdálkodással kapcsolatban, és a

megszerzett szemléletmódot a mindennapi gyakorlatban – a vizsgálatok tervezésétől az eredmények kiértékeléséig – közvetlenül hasznosítsam.”

„A képzésre a Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszékről érkeztem, mint Phd hallgató. Fizikus és anyagtudós előélettel vonzott a kíváncsiság, hogy az előzetes tanulmányaim során megszerzett tudást, gondolva a fizikai alapjelenségekre és törvényekre, milyen formában lehet hasznosítani az ipar világában az emberiség és a gazdaság működése érdekében.

A szakképzés lehetővé tette számomra, hogy a kutatói világban alkalmazott vizsgálati technikákon és berendezéseken kívül, megismerkedjek az iparban alkalmazott eljárásokkal, mely révén rengeteg új ismerettel gazdagodtam. A két félév során elsajátíthattam a mérnöki gondolkodás alapköveit, megismerkedhettem a szabványok szigorú, de precíz világával. Szimuláció és modellezés témakörében tartott órák pedig lehetőséget nyújtottak a mindennapi életben is használatos mérnöki szoftverek alkalmazására.

Összességében a képzés egy átfogó betekintést nyújtott számomra az iparban felmerülő problémákról, anyagok károsodási lehetőségeiről, illetve a károsodások feltárására és vizsgálatára alkalmazható módszerekről.”

„Roncsolásmentes anyagvizsgáló mérnökként dolgozom, ezért a Debreceni Egyetem Szerkezetintegritási és roncsolásmentes vizsgáló szakmérnöki képzésétől elsősorban azt vártam, hogy a mindennapi munkám során alkalmazott vizsgálati módszerek mögé egy mélyebb elméleti hátteret, valamint a szerkezetek biztonságos üzemeltetéséhez egy átfogó mérnöki szemléletmódot kapjak. A képzés teljes mértékben igazolta az elképzeléseimet.

A kurzus egyedülálló, mind a tematika felépítése, mind pedig az oktatók magas szintű szakmaisága és hitelessége szempontjából.

A képzés egyik erőssége, hogy rávilágít arra hogyan függ össze a szerkezetintegritási szemlélet az anyagvizsgálati módszerek mérnöki alkalmazásával. Ennek tükrében megtanultuk, hogy a biztonságos üzemeltetéshez szükséges intézkedések, beavatkozások meghatározásában hogyan lehet a törésmechanikai alapelveket használni. Ha egy szerkezeti elemben anyagfolytonossági hiányt detektálok, akkor azt nem azonnal javítatom, hanem először értékelem! Idézve egy, a szakmérnöki képzés során többször elhangzó, bölcs megállapítást: „Ha javítani nem tudsz, akkor legalább ne ronts a szerkezet biztonságán!”

A különböző roncsolásmentes vizsgálati eljárások, azok megbízhatósága, alkalmazási lehetőségei mellett nagy hangsúlyt kaptak a korszerű vizsgálati technológiák is. Itt szeretném megjegyezni, hogy a roncsolásmentes vizsgálatok közül az akusztikus emissziós vizsgálat – véleményem szerint – nem kapott kellő fókuszot. A hagyományos RMV közül az akusztikus emissziós technika egy rendhagyó vizsgálatnak számít, itt a detektált jel magából a vizsgált anyagból származik és meg lehet vele különböztetni az adott igénybevételi szinteken az aktív anyaghibákat, makroszkópikus hibákat, sőt a legkisebb megfolyást is. Mivel fontos szerepet tölt be a szerkezetek integritás vizsgálatában, kezdődő meghibásodások detektálásában,

ezért javaslok több óraszámban érinteni ezt a vizsgálatot.

A végeselem-módszerrel történő szoftveres analízis, modellezés és a CIVA roncsolásmentes szimulációs szoftverrel bemutatott feladatok mind tovább színesítették a képzést.

Különösen jó perspektívának tartom, hogy a szakmérnöki képzés keretén belül lehetőség van 3. szintű minősítés megszerzésére is. Az idei záróvizsgán két hallgató is eredményes 3. szintű fővizsgát tett.

Számomra a képzés nemcsak értékes szakmai és elméleti tudást adott, hanem egy átfogó szemléletmódot is. Egy globális képet kaptam a berendezések biztonságos üzemeltethetőségének módszereiről, törésmechanikai modellekről, az RMV eljárások megbízhatóságáról, az eltérések értékeléséről és arról, hogy ezek milyen összefüggésben állnak egymással.

A csapat nevében szeretnék köszönetet mondani a képzés szervezéséért. Az oktatók szakmai felkészültsége, elhivatottsága és támogatása hozzájárult ahhoz, hogy ez a szakmérnöki képzés valódi értéket jelentsen számunkra."

Ha nem is kaptuk meg minden végzett hallgató részletes írásos véleményét, mégis azt kell mondani, hogy örömmel olvastuk. Egyrészt azért, mert már konkrét javaslatokat is lehetett kapni a „műszaki biztonság ellenőrzése” témakör irányába történő lépésekhez (akusztikus emisszió, károsodás regisztrálása anyagszerkezeti változások regisztrálásával). Az örömforrás másik oka pedig az lehet, hogy a kurzus indításának alap gondolata nem volt haszontalan



A 2026-ban diplomát kapott
szakmérnök hallgatók egy csoportja

annak ellenére sem, hogy napjaink túlhajszoltsága – különösen a fiatal generáció tagjainál – szinte állandósult. Ezt tükrözi a diplomaátvételnél készült fénykép is (a végzett hét hallgatóból csak öten tudtak elmenni oklevelük átvételére).

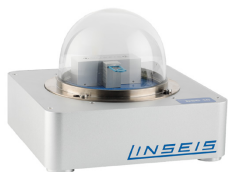
Tóth László, DSc, ny egyetemi tanár
Trampus Péter †, DSc, Professor emeritus, DUE
Mankovits Tamás, PhD, tanszékvezető, DE



INTESZT Méréstechnika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.
Központ: H-1113 Budapest, Nagyszőlős utca 39.
Tel: 06 (1) 468 3798 / 06 (1) INTESZT / Fax: 06 (1) 468 3799
e-mail: info@inteszt.hu web: www.inteszt.hu

LINSEIS BEREDEZÉSEK AZ INTESZT KÍNÁLATÁBAN

LINSEIS
pushing boundaries



Differenciális Pásztázó
Kalorimetria



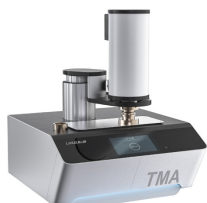
Dilatometria



Differenciális Termikus
Analízis



Termogravimetria



Termomechanikai
Analízis



Szimultán Termikus
Analízis



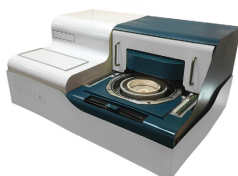
Lézer Flash
Analízis



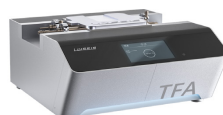
Termikus Diffúzió/
Hővezetőképesség Vizsgálat



Termoelektromos
Analízis



Linseis Calneox
Kaloriméter



Vékonyréteg Analízis



Hall Effektus Vizsgálata

SZABVÁNYÜGYI TÁJÉKOZTATÓ – 2025

Standardisation information – 2025

Azoknak a Műszaki Bizottságoknak a tavalyi évről szóló jelentései, melyekben a MAROVISZ képviselteti magát.

MSZT/MB 410 Roncsolásmentes vizsgálatok

2025. évi tevékenység

Jóváhagyó közleménnyel, angol nyelven bevezetett szabványok

MSZ CEN/TS 18094:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Vizsgálati módszer a maradó feszültségek meghatározására szinkrotron-röntgensugarak diffrakciójával
MSZ EN ISO 15708-1:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. A számítógépes röntgentomográfia besugárzási módszerei. 1. rész: Szakszótár (ISO 15708-1:2024)
MSZ EN ISO 15708-2:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. A számítógépes röntgentomográfia besugárzási módszerei. 2. rész: Alapelvek, berendezés és minták (ISO 15708-2:2025)
MSZ EN ISO 15708-3:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. A számítógépes röntgentomográfia besugárzási módszerei. 3. rész: Működés és értelmezés (ISO 15708-3:2025)
MSZ EN ISO 15708-4:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. A számítógépes röntgentomográfia besugárzási módszerei. 4. rész: Minősítés (ISO 15708-4:2025)
MSZ EN ISO 16809:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vastagságmérés (ISO 16809:2025)
MSZ EN ISO 16810:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Általános alapelvek (ISO 16810:2024)
MSZ EN ISO 16811:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Érzékenységi és geometriai beállítás (ISO 16811:2025)
MSZ EN ISO 16823:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Átsugárzásos módszer (ISO 16823:2025)
MSZ EN ISO 16826:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Felületre merőleges folytonossági hiányok vizsgálata (ISO 16826:2025)
MSZ EN ISO 16827:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. A folytonossági hiányok jellemzése és méreteik meghatározása (ISO 16827:2025)
MSZ EN ISO 16828:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Futásidő-szóródásos módszer a folytonossági hiányok kimutatására és méreteik meghatározására (ISO 16828:2025)
MSZ EN ISO 16831:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Ultrahangos vastagságmérő berendezés jellemzése és igazoló ellenőrzése (ISO 16831:2025)
MSZ EN ISO 16946:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. A lépcsős ellenőrző testre vonatkozó előírás (ISO 16946:2024)
MSZ EN ISO 18081:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Akusztikus emissziós vizsgálat (AT). Szivárgás kimutatása akusztikus emisszióval (ISO 18081:2024)

MSZ EN ISO 18563-2:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. A fázisvezérelt ultrahangos berendezések jellemzése és igazoló ellenőrzése. 2. rész: Vizsgálófejek (ISO 18563-2:2024)
MSZ EN ISO 19232-3:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. A radiográfiai felvételek képminősége. 3. rész: A legkisebb képminőségértékek (ISO 19232-3:2025)
MSZ EN ISO 19675:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. A fázisvezérelt vizsgálatok (PAUT) kalibrációs testére vonatkozó előírás (ISO 19675:2017)
MSZ EN ISO 2400:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Az 1. sz. ellenőrző testre vonatkozó előírások (ISO 2400:2025)

Magyar nyelven kiadott szabványok

MSZ EN ISO 17635:2025	Hegesztési varratok roncsolásmentes vizsgálata. Fémekre vonatkozó általános szabályok (ISO 17635:2025)
-----------------------	--

2025. évi ülések

Az MSZT/MB 410 2025-ben nem tartott ülést, két döntést hozott írásos szavazási eljárással.

2026. évben várható tevékenység

Még nincs elfogadott munkaprogram (2025. decemberében).

Fordításra váró szabványok

MSZ EN ISO 16809:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vastagságmérés (ISO 16809:2025)
MSZ EN ISO 16810:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Általános alapelvek (ISO 16810:2024)
MSZ EN ISO 16811:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Érzékenységi és geometriai beállítás (ISO 16811:2025)
MSZ EN ISO 16823:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Átsugárzásos módszer (ISO 16823:2025)
MSZ EN ISO 16826:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. Felületre merőleges folytonossági hiányok vizsgálata (ISO 16826:2025)
MSZ EN ISO 16827:2025	Roncsolásmentes vizsgálat. Ultrahangos vizsgálat. A folytonossági hiányok jellemzése és méreteik meghatározása (ISO 16827:2025)

MSZT/MB 318 – Kazánok és nyomástartó edények

2025. évi tevékenység

Jóváhagyó közleménnyel, angol nyelven bevezetett szabványok

MSZ CEN/TR 12952-17:2025	Vízcsöves kazánok és segédberendezéseik. 17. rész: Útmutató a gyártótól független vizsgálószervezet bevonására
MSZ EN 12953-6:2025	Nagy vízterű kazánok. 6. rész: Kazánberendezések követelményei
MSZ EN 12953-9:2025	Nagy vízterű kazánok. 9. rész: Kazánok és tartozékaik határoloeszközeinek követelményei

MSZ EN 17692:2025	Központi fűtési kazánok. Közvetett fűtésű, szellőzés nélküli (zárt), nyomás alatti kiegészítőtartályok előírásai. Követelmények, vizsgálat és megjelölés
MSZ EN 13445-11:2025	Nem fűtött nyomástartó edények. 11. rész: A titánból és titánötvözetből készült nyomástartó edények kiegészítő követelményei
MSZ EN 13445-5:2021+A1:2025	Nem fűtött nyomástartó edények. 5. rész: Ellenőrzés és vizsgálat
MSZ EN ISO 21009-2:2025	Kriogén tartályok. Vákuumszigetelésű, helyhez kötött tartályok. 2. rész: Üzemeltetési követelmények (ISO 21009-2:2024)
MSZ EN ISO 21012:2025	Kriogén tartályok. Tömlők (ISO 21012:2024)
MSZ EN ISO 5124:2025	Cseppfolyósított földgázt (LNG-t) szállító tartálykocsik és tartálykonténerek töltése és ürítése (ISO 5124:2024)

Magyar nyelven kiadott szabványok

A Bizottság nem adott ki magyar nyelvű szabványt.

2025. évi ülések

Az MSZT/MB 318 2025-ben nem tartott ülést.

2026. évben várható tevékenység

Még nincs elfogadott munkaprogram (2025. decemberében).

Bizottsági döntés várható a lenti táblázatban felsorolt MSZ-szabványok korszerűsítéséről vagy visszavonásáról.

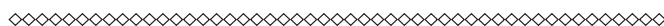
Fordításra javasolt szabványok

MSZ EN 13445-2:2021 +A1:2024	Nem fűtött nyomástartó edények. 2. rész: Anyagok
MSZ EN 13445-4:2021 +A1:2024	Nem fűtött nyomástartó edények. 4. rész: Gyártás

Korszerősítendő, eredeti MSZ szabványok

MSZ-05-65.0005:1979	Helyhez kötött üzemű légtartály
MSZ-05-95.0025:1975	Nyomástartó edények. Csőből állóhengeres készülékek alátámasztására
MSZ-05-95.0026:1976	Nyomástartó edények. Hegesztett készülékléb
MSZ-09-85.0021:1989	Kényszeráramlású forróvízkazánok távhőrendszeri alkalmazásának követelményei
MSZ-09-96.0721:1985	Gőz- és forróvíz-kazánok. A gáztüzelő berendezések biztonságtechnikai követelményei
MSZ-09-96.0722:1985	Gőz- és forróvíz-kazánok. Az olajtüzelő berendezések biztonságtechnikai követelményei

MSZ-09-96.0723:1985	Gőz- és forróvíz-kazánok. A szénportüzelő berendezések biztonságtechnikai követelményei
MSZ-09-96.0731:1985	Gőz- és forróvíz-kazánok felállítás és üzemeltetése. Biztonságtechnikai követelmények
MSZ-09-96.0732:1985	Gőz- és forróvíz-kazánok kiegészítő berendezései. Műszaki követelmények
MSZ-09-96.0733:1986	Kazánok és nyomástartó edények vizsgáló nyílásai
MSZ-09-96.0734:1988	Gőz- és forróvíz-kazánok. Üzemviteli biztonságtechnikai ellenőrzések
MSZ-09-96.0735:1988	Fűtött nyomástartó edények. Biztonságtechnikai követelmények
MSZ 13834-2:1985	Csőköteges acél hőcserélők. Műszaki követelmények
MSZ 14258:1983	Hellyhez kötött gőzkazánok típusai és jellemzői
MSZ 1452:1996	Kazán és nyomástartó edény gépkönyve
MSZ 4664:1983	Gőzturbinák fogalommeghatározásai
MSZ 4668:1983	Generátorok gőzturbináinak típusai és jellemzői
MSZ 4673:1985	Gőzturbinák általános műszaki követelményei és vizsgálata
MSZ 4676:1980	Gőzturbina és segédberendezései hatásfokának és egyéb jellemzőinek meghatározása



MSZT/MCS 903 – Megfelelőségértékelés

A Műszaki Csoport titkárságától nem érkezett beszámoló jelentés.

Skopál István
MAROVISZ képviselő az MSZT-ben

 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



Trampus Péter Emléknap

Peter Trampus Memorial Day

Trampus Péter halálának (2025.04.12.) első évfordulóján 2026. április 16-án, Pakson, az Erzsébet Nagy Szálloda báltermében került megrendezésre a Trampus Péter Emléknap, amely méltó tisztelgés volt a kiváló szakember és közösségépítő emléke előtt.



Trampus Péter (1947-2025)

A rendezvényt a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség és az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. szervezte.

A találkozó különlegessége volt, hogy minden meghirdetett előadó személyesen jelen volt, így a hazai és nemzetközi szakmai közösség képviselői együtt emlékeztek Trampus Péter munkásságára.

A megemlékezést **Rátkai Sándor** (MVM Paksi Atomerőmű Zrt.) nyitotta meg bevezető gondolataival. A több évtizedes szakmai és emberi kapcsolata ellenére szavait a Trampus Péter halálát megelőző nap eseményeinek felidézésére fordította. Ezzel a résztvevők többségét visszarepítette abba a miliőbe, ahol a teremben ülők mindegyikének felidéződtek azok a kétszereplős jelenetek, amelyeket Trampus Péterrel együtt éltek át. Ezen utolsó személyes találkozás szervesen kapcsolódott hazánk energiaellátásában kulcsszerepet játszó blokkok üzemidejének biztonságos hosszabbításához kötődő tevékenységekhez. Ebben kiválóan hasznosult Trampus Péternek az MVM Paksi Atomerőműben töltött életrajza-kaszának és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségen végzett 7 éves tevékenységének tapasztalatai.



Rátkai Sándor

Ezt követően **ifj. Trampus Péter** személyes, családi visszaemlékezése különösen megható pillanatokat hozott. Előadását így kezdte:

„Itt vagyunk újra Pakson, azon a helyen, ami nekünk oly sok mindent jelentett. Közel az atomerőműhöz, amire mi úgy emlékszünk, mint egy színes épületekből álló és tőlünk kissé



ifj. Trampus Péter idézi fel a család és édesapja életének történeteit

elzárt terület. Számtalanszor elhaladtunk mellette és tudtuk, hogy valahol ott, ebben a számunkra különleges világban dolgozik Édesapánk.”

És így folytatta:

„Sokat gondolkodtunk a családdal, hogy mit meséljünk el Önöknek ma. Hiszen Édesapánkat mindannyian ismerték. Mi most úgy mutatjuk be őt, ahogy mi láttuk, gyermekként, majd felnőve, emlékeztünk az együtt átélt élményekre és mindarra, amit kaptunk tőle.”

A család mozaik képeinek kiváló összeillesztésével a teremben ülők mindnyájan sokkal teljesebb képet kaphattak róla, mint amilyen a korábbi személyes találkozások (egy-egy közös munka, konferencián való találkozás, előadásainak meghallgatása stb.) alapján kialakulhatott bennük. Megemlékezése örökvényű mondatai pedig így hangoztak:

„Biztos, hogy Édesapánk mindenkinek mást adott és azt reméljük, hogy azok, akik szerették és tisztelték, elvisznek valamit ebből és talán továbbadják másoknak is. Sajnos ő már nincs velünk, de a tudás, az intelmek, a szemlélet és az emlékek örökre megmaradnak nekünk.”



A Trampus család

A szakmai intézmények képviselőiben **Tóth Pál** (MVM Paksi Atomerőmű Zrt.), **Kádár Andrea Beatrix** (Országos Atomenergia Hivatal), **Szávai Szabolcs** (MAROVISZ) és **Horváth Ákos** (HUN-REN EK) idézték fel Trampus Péter szakmai örökségét és emberi nagyságát.

Tóth Pál kiemelete, hogy:

„Dr. Trampus Péter neve összeforrt a hazai nukleáris szakma fejlődésével és a hazai atomenergia-alkalmazás biztonságközpontú szemléletének megerősödésével. A Paksi Atomerőmű történetének egyik meghatározó alakjaként nemcsak műszaki szakemberként, hanem stratégiai gondolkodóként és közösségépítőként is maradandót alkotott.”

Az atomerőműben végzett tevékeny élet mozzanatait röviden áttekintve megemlékezését így fejezte be:

„Haláláig aktív maradt és mindvégig azon dolgozott, hogy a hazai nukleáris közösség a legmagasabb nemzetközi színhez igazodjon. Munkássága hidat képezett a nemzetközi tapasztalat és a hazai gyakorlat között. Öröksége nemcsak intézményekben és programokban él tovább, hanem abban a szemléletben is, amely a biztonságot, a szakmai alázatot és a tudásmegosztást tekinti a nukleáris energia alkalmazása alapkövének.”



Tóth Pál és Kádár Andrea Beatrix emlékezete

Kádár Andrea Beatrix az OAH elnöke megemlékezésében méltatta Trampus Péter mindazon erőfeszítéseit, amellyel hozzájárult a hazai nukleáris biztonsági rendszer kialakításhoz, valamint ennek nemzetközi elismertetéséhez, kiemelve azt a személyes varázst, amely körülvette az elhunytat szerte a világon. A nukleáris biztonsághoz kötődő hazai oktatási rendszer megszervezése a felsőoktatási intézményekben külön érdem, amely az OAH szakmai stabilitásának egyik forrása lehet a jövőben.

Trampus Péter hihetetlen munkabíráását, szakmai pontosságát, szervezési készségeit egyik utódja, a MAROVISZ új elnöke **Szávai Szabolcs** „Egy irányt mutató ember öröksége” címmel mutatta be. Nem lehet elhallgatni következtetésének igaz mondatait, amely így szólt:

„Trampus Péter emléke nem múlt idő. Mércel Köszönjük, Péter. A méltó folytatás a mi felelősségünk”



Szávai Szabolcs, a MAROVISZ elnökének megemlékezése elődjéről

Horváth Ákos visszaidézte Trampus Péter meghatározó szerepét az atomerőművek üzemidő-hosszabbításának és a reaktortartály biztonságának elemzése témakörökben. Előadásának címevel, „Anyagtudomány- Szerkezeti integritás – Reaktorok Biztonságának értékelése” is jelezte e



Horváth Ákos az Energiatudományi Kutatóközpont főigazgatójának megemlékezése

szándékát. A résztvevők mindegyike teljes egyetértéssel fogadta a HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont főigazgatójának utolsó mondatát (is):

„It has been an honor to learn from him over the past two decades.”

A **külföldi kollégák** szekciójában a visszaemlékezések során nemzetközi partnerek és szakmai társak méltatták Trampus Péter munkásságát, hangsúlyozva annak európai és globális hatását, köztük az EFNDT jelenlegi elnöke is, aki beszédében kiemelte Trampus Péter nemzetközi jelentőségét és közösségépítő szerepét. Ezek egyike – a legutóbbi, 2024-ben tartott világkonferencia – eseményeihez szervesen kötődő mozzanataként Trampus Péter kérte fel a Nobel-díjas Takaaku Kajita professzort a Korszerű Anyagok 9. Világkonferenciája nyitó előadásának megtartására.

A délutáni programban **Katona Tamás** (MTA Pécsi Területi Bizottság), **Szabó István** (Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal) és **Vincze Pál** (Nemzetközi Atomenergia Ügynökség) tartottak előadásokat, amelyek Trampus Péter szakmai tevékenységének különböző aspektusait világították meg.



Katona Tamás és Szabó István méltatja Trampus Péterhez kötődő emlékeit

Katona Tamás előadásában kitért arra a hasonlóságra, amely a Trampus Péter és a saját élete között fellelhető. Ő is a nukleáris reaktorok biztonságának mérlegelésével foglalkozik (földrengés kockázata), mindketten a PA tanácsadói, kutatóként kezdte, majd a Pécsi Egyetemen lett oktató, mindketten Gábor-Dénes díjazottak, dolgoztak a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnél stb. E gondolkodásmódbeli hasonlóság, párhuzamosság a kölcsönös elismertségben is mindenkor és mindenhol megnyilvánult mindkét fél részéről. Ebből adódóan úgy tekint Trampus Péterre, mint aki testvérét veszítte el.



Vincze Pál betekintése a Péter NAÜ-ben végzett 7 éves tevékenységébe

Vincze Pál „A Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnél eltöltött évek” élményeinek rövid összefoglalását így kezdte:

„Engedjék meg, hogy ezen az emléknapon röviden tisztelegjek Trampus Péter emléke előtt, és felidézzem gazdag és sokrétű szakmai pályafutását a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnél. Nem dolgozhattunk együtt a NAÜ-nél, mivel nem egy időben voltunk az Ügynökségnél. Mégis összeköt bennünket a paksi múltunk, valamint az a tény, hogy ugyanazon az osztályon belül tevékenykedtünk – bár eltérő időszakokban és különböző feladatkörökben.”

A Paks, Erzsébet Nagy Szálloda Báltermében helyet foglaló résztvevők mindegyike egyetért Vincze Pál előadásának utolsó mondataival, amely így hangzott:

„Nem túlzás azt mondani, hogy Péter nemcsak kiváló szakember volt, hanem példakép is. Embersége, tartása és elkötelezettsége mély hatást gyakorolt rám. Bölcs tanítónak írányt mutatott, és mindaz, amit képviselt, ma is iránytű számomra. Emléke és szellemisége tovább él bennünk”



Tóth László visszaemlékezése egy félévszázados barátság mozzanatira

Tóth László baráti visszaemlékezése személyes hangvételével gazdagította a szekciót. A csaknem fél évszázados szakmai, oktatói, személyes kapcsolatuk egy-egy mozzanatát ragadta ki „Trampus Péter (1947.09.19.-2025.04.12.), Egy szakmai életút az anyagvizsgálattól a szerkezeti integritásig” címmel tartott előadásában. „A magyar tudomány utazó nagykövete” titulusával önkényesen felruházva áttekintette Trampus Péternek a világ különböző részein tett utazásainak számát.

A nap folytatásaként **Pázmán Judit** (Dunaújvárosi Egyetem) és **Mankovits Tamás** (Debreceni Egyetem) beszéltek.



Trampus Péter egyetemi oktatói tevékenysége a Dunaújvárosi és Debreceni Egyetemeken Mankovits Tamás és Pázmán Judit megemlékezésében

Trampus Péter élete utolsó harmadában kapcsolódott be teljes mellszélességgel az oktatási tevékenységbe. Ekkora már olyan mértékű és mennyiségű tudás halmozódott fel benne, hogy – talán – bűnnek is lehetett volna tekinteni ha nem törekszik az átadására. Oktatói pályafutása a Debreceni Egyetem Műszaki Karán teljesedett ki. Itt kapta meg az egyetemi tanári kinevezését, ahol nappali és szakmérnöki hallgatói élvezhették a „Professzor Úr” személyes élményeivel dúsított előadásait. E periódusról adott áttekintést **Mankovits Tamás** „Trampus Péter professzor a Debreceni Egyetem szolgálatában (2008-2011, 2019-2025)”.

Dunaújváros és Paks közelsége kézenfekvővé teszi azt a gondolatot, hogy a Dunaújvárosi Egyetemen kialakuljon a Paks II. építése kapcsán egy olyan jellegű tudományos és technikai háttér, mint amilyen a VASKUT volt az első hazai nukleáris blokkok építése, üzemeltetése kapcsán. Trampus Péter e gondolat megvalósításának élére állt Debrecenből való távozását követően. Ennek eddigi eredményeit foglalta össze **Pázmán Judit** „Atomerőmű létesítés tudományos támogatása. Gondolatok és kérdések” címmel tartott előadásában.



Az erőműves kollégák visszaemlékezései: Oszvald Ferenc és Szabó Dénes

A záró gondolatokat a közvetlen volt erőművi munkatársak **Oszvald Ferenc** és **Szabó Dénes** atomerőműves kollégák közösen fogalmazták meg. „Atomerőműves kollégák visszaemlékezései” című előadásukban. Trampus Péter második munkahelye volt a Paks Atomerőmű. Itt a roncsolásmentes és roncsolásos anyagvizsgálatokat szervezte, irányította 1982-1996 között. A roncsolásmentes vizsgálatok területén kidolgozásra és bevezetésre kerültek a hazai előírási rendszerek, a gépi vizsgálatok, az ASME kód szerinti referencia vizsgálatok és megépítették a Karbantartó és Gyakorló Központot. A roncsolásos vizsgálatok területén kialakították és megvalósították a reaktortartályok besugárzott és besugárzatlan ellenőrző próbatestjeinek vizsgálatát és értékelését. E témakörhöz szervesen kötődő szakembergárdájának folyamatos képzését pedig mindenkor nemzetközi színvonalhoz igazodva valósították meg.

A rendezvény során a család jelenléte és megszólalásai különösen hangsúlyossá tették Trampus Péter emberi oldalát. A személyes történetek és emlékek révén egy olyan ember képe rajzolódott ki, aki nemcsak kiváló szakember, hanem meghatározó közösségi személyiség is volt.

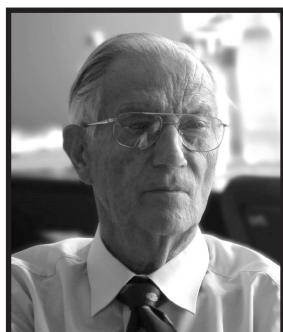


Trampus Péter sírhelye Alsóörsön

A Trampus Emléknep légkörét a tisztelet, az összetartás és a szakmai elismerés határozta meg. A résztvevők közösen hajtottak fejet egy olyan életmű előtt, amely maradandó nyomot hagyott a magyar és nemzetközi nukleáris közösségben. Az „életmű” azonban a természet szigorú törvényeivel „lezáratott”, tovább nem bővíthető, de mindig, mindenki által és mindenhol visszaidézhető.

Tóth László

NEKROLÓG - OBITUARY



Czoboly Ernő † (1929-2026)

Az anyagvizsgálók hazai és nemzetközi szakembergárdája megrendüléssel és szomorúan vette tudomásul, hogy egy újabb képviselője lépett át a „földi csapatból az égiek közé”. Czoboly Ernőt, az Evangélikus Fasori Gimnázium volt tanulója, a Budapesti Műszaki Egyetem volt hallgatóját és a BME Mechanikai Technológiai Tanszékén működő akadémiai kutatócsoport munkatársát, a BME címzetes egyetemi tanárát, életének 98. évében ragadta ki az élők sorából a halál.

Ő volt az, aki elsőként ismerte fel hazánkban, hogy üzemelő mérnöki szerkezeteinkben egy-egy anyagfolytonossági hiba nem szükségszerűen okozza azok törését, mert hatásuk a törésmechanikai elvekkel értékelhető. E szemléletmód nemzetközi elterjesztésében is aktívan részt vállalva nevelte azt a hazai szakember gárdát, amely – őt követve – képes volt a „világ szakmai színpadjának deszkáira lépni”. Munkásságát, annak eredményeinek elismerését Magyar Érdemrend Tisztikereszt, polgári tagozat kitüntetés adományozásával ismerte el az állami vezetés 2022-ben. Szakmai tevékenységét a munkahelyén folyó felsőfokú és doktori képzés mellett a Gépipari Tudományos Egyesület, a Magyar Mérnökakadémia, a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete, a Szerkezetintegritási Társaság Magyar Nemzeti Bizottság (ESIS MNB) keretében végezte. Neve „jól hangzott” hazai és nemzetközi konferenciák előadói között így több alkalommal is a meghívott előadások megtartására kérték fel szerte Európában. Budapesten 1988-ban megszervezte az ESIS 7 konferenciát „Kárelemzés: Elmélet és Gyakorlat” címmel. Ennek egyrészt nagyon jó visszhangja volt hosszabb ideig szerte a világban, másrészt kiválóan elősegítette a szakmai életben is megjelent kelet-nyugati politikai feszültségek oldódását a volt szocialista országok nagy létszámú résztvevőinek jelenlétével. Rendkívül jelentős szerepet töltött be a Koreai Köztársasággal kialakított tudományos együttműködés kialakításában és fenntartásában 1992-2008 között a Magyar – Koreai Műszaki Együttműködési Alapítvány főtítkáráként. A mintegy 150 tétel tartalmazó publikációs listája igazán meggyőzően alátámasztja nemzetközi ismertségét, elismertségét. Szakmai szervezőképességét az is érzékeltetheti, hogy több mint 30 nemzetközi rendezvényt szervezett és 25 kiadványt szerkesztett.

Kedves Ernő! Engedd meg, hogy a mindig mosolygós arcodat felidézve nagyon sokak nevében búcsúzhassak Tőled. Teszem ezt most a számítógép előtt ülve, de meg kell ezt tennem rövid idő múlva újból, a 12. AGY Konferencián is Miskolctapolcán, ahol bizonyára sok-sok szomorú szemet fogok látni az elmerengő arcokon. Te mentél előre, de a természet kivételt nem tűrő törvényeiből következően, mi is követni fogunk Téged!

Búcsúztatója 2026. május 27-én 9:45 órától lesz a Farkasréti temetőben.

Nyugodj békében!

Tóth László

Beszélgetés Marosi Ákossal

Interview with Ákos Marosi

Kérdező/Questioner: Skopál István

Marosi Ákos 15 éve foglalkozik vasúti sínek roncsolásmentes vizsgálataival, három éve a MAROVISZ elnökségi tagja. Megbízható, elhivatott szakembernek ismertem meg akár ET tanfolyamon találkoztunk, akár a vasúti szakterületi képzés fejlesztéséről beszélgettünk Egerben.

A MÁV-nál sem megy ritkaságszámba az átszervezés. Ezért először is, légy szíves, add meg az aktuális „koordinátáidat”: hol és milyen beosztásban dolgozol jelenleg?

Jelenleg a MÁV Pályaműködtetési Zrt. Központi Felépítményvizsgáló Igazgatóság Vágánydiagnosztika szervezetének vagyok a vezetője.

Milyen pályát futottál be a vasútnál, és melyek voltak a legérdekesebb munkáid?

A MÁV-Csoportnál 2011. október 10-én kezdtem meg a munkásságomat, akkor még a MÁV Zrt. egyik leányvállalataként működő MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. Síndiagnosztika Osztályán diagnosztikai mérnök munkakörben. A roncsolásmentes anyagvizsgálatokkal itt találkoztam először. A síndiagnosztikai vizsgálatok rendszerét alkotó speciális, kézi és mérővonatokra telepített vizsgáló- és mérőeszközökkel munkám során fokozatosan meg kellett ismerkednem, melyhez az RMV szakma egyes eljárásainak az elsajátítása is hozzá tartozott. Jelenleg UT3, ET2, VT2, PT2 tanúsítványokkal rendelkezem.

A terepi munkavégzés változatossága gyorsan magával ragadott, és ebből adódóan volt szerencsém sok érdekes helyre eljutni és kihívást jelentő feladatokban részt venni. Egy vasúti pályán mozgó, anyagvizsgáló laboratóriumként működő mérővonat műszaki ember számára önmagában is érdekes, hát még akkor, ha az a munkahelye. Kezdő mérnökként tehát számomra a mérővonatokon üzemelő különböző mérőrendszerek vizsgálati, illetve mérési technológiája és – a munkavégzés jellegéből adódóan – a vasúton bejárt sok-sok helyszín – például a semmeringi pálya – különleges élményt adott. A hazai hálózat vizsgálata mellett pályadiagnosztikai szolgáltatásainkkal a szomszédos országokban is jelen vagyunk, így Ausztriában, Szlovéniában, Szlovákiában is bejárjuk az ottani hálózatot.

De a kézi műszeres vizsgálatoknak köszönhetően is voltak kalandos feladataim, mint például a budapesti metróvonalak ultrahangos és örvényáramos vizsgálata. A Csehországban 2014-ben végzett kézi műszeres örvényáramos mérés – többek között – azért is emlékezetes számomra, mert ez volt az első olyan vizsgálati feladatom, amelyre egyedül küldtek ki a cégtől, és önállóan kellett helytállnom. A cseh kollégák persze támogattak, de a



velük való koordináció, a vizsgálatok terepi elvégzése, kiértékelése, az eredmények átadása az rám hárult. Ugyancsak örök emlék marad a Dél-Koreában töltött két hét, ahol egyik kollégámmal közösen örvényáramos elméleti és gyakorlati oktatást tartottunk a KORAIL munkatársainak.

Visszakanyarodva kicsit az időben, a vasúti sínek örvényáramos vizsgálata 2011-ben kezdődött el a MÁV hálózatán két kézi műszerrel, majd 2013-ban került beszerzésre egy mérővonatra telepíthető technológia, így az örvényáramos mérésekkel kezdtem foglalkozni. Ezek elterjedése nyomán egy önálló vizsgálócsoportot kellett létrehozni 2014-ben, melynek vezetésére felkértek.

Ugyanebben az évben indította el a MÁV az FMK-008 „névre hallgató”, új, kétrészes (mérő- és motorkocsiból álló) síndiagnosztikai mérővonat-beruházását. Ebben a fejlesztésben a mérővonatra kerülő mérőrendszerek (ultrahangos, örvényáramos, sínprofil és hullámos sínkopás mérőrendszer) beszerzését projektvezetőként koordináltam. Jó volt, hogy részese lehettem ennek a fejlesztésnek és végigkísérhettem a vasúti jármű építését, a mérőrendszerek specifikálását, beszerzését, telepítését és tesztelését. A szerelvénnyel 2016 végére készült el, 2017-ben állt rendszerbe, azóta folyamatosan végzi a hazai és az ausztriai hálózat vizsgálatát, de megfordult már Szlovákiában és Szlovéniában is.

Erre az időszakra esett, hogy a Síndiagnosztikai Osztály vezetői pozíciója megüresedett, és a MÁV KfV Kft. vezetése felkért erre a feladatra, mely munkakört 2016 decemberétől 2024 áprilisáig láttam el. Ez idő alatt a felelősségi körömbbe tartozott a síndiagnosztikai tevékenység koordinálása. A közel 40 főből álló csapat 8 vizsgáló csoporttal, 2 mérővonattal, több tucat kézi vizsgáló műszerrel, valamint a szervezési és kiértékelési, elemzési feladatokat végző irodai csapattal látta el a hazai és – ahogy korábban is említettem – a három szomszédos ország sínvizsgálati feladatait. Ez számokban kifejezve, éves szinten összesen kb. 40.000 km sín és 4.000 db kitérő vizsgálatát jelentette.

A következő mérföldkő a szakmai pályafutásomban 2024 áprilisában érkezett el, amikor a társosztályunkat, a Vágánydiagnosztikai Osztályt vezető kollégánk távozásával felkértek, hogy vegyem át ennek a szervezetnek a vezetését. A tevékenységet és a feladatokat természetesen ismertem, de szakmailag új kihívást jelentett és jelent

napjainkban is a vágány, vagyis a két sínszál geometriai viszonyait vizsgáló vágánymérési szakterület.

Tavaly félévkor a MÁV KfV Kft., mint önálló gazdasági társaság megszűnt és 2025. július 1-jén beolvadt a MÁV Pályaműködtetési Zrt.-be, ahol továbbra is a Vágánydiagnosztika szervezetét irányítom. Ezzel vissza is jutottunk az első kérdésre adott válaszomhoz.

Hogyan, milyen tanulmányok után jutottál el a MÁV-hoz?

A gimnáziumi évek után 2005-ben kezdtem meg tanulmányaimat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán, ahol 2009-ben építőmérnök alapképzettséget (BSc) szereztem. Az alapképzés után a mesterkurzuson (MSc) folytatva 2011-ben okleveles szerkezet-építőmérnöki diplomámat vehettem kézhez. Ezek után már egyből a vasút következett. Itt már – a „lifelong learning” szemléletet követve – a tanulmányaim a szakterületre fókuszáló (vasúti forgalmi szempontú, pályás valamint a korábban említett RMV) képzésekkel folytatódtak. A vezetői kompetenciák fejlesztése céljából 2023-ban az ELTE Gazdaságtudományi Kar MBA képzését végeztem el.



Miért „a vasút következett”? Ilyen diplomával sokfelé lehet munkát találni; eleve ehhez vonzódtál?

Megvoltak a „beugró feltételek”: volt vasutas a családban, illetve H0-ás modellvasútam is. A tréfát félretéve, mindig is kedveltem a vasutat, a kötöttpályás közlekedési eszközöket és jelentkeztem a MÁV által meghirdetett gyakornoki programra, melyre kifejezetten frissen végzett építőmérnököket vártak. A többkörös kiválasztási folyamat vége felé a jelentkezőknek pár fős csoportban kellett megbeszélniük egy problémakört egy bizottság előtt. A testületben ott ült a későbbi főnököm is. A meghallgatás után felhívott...

Őszintén szólva meglepett, hogy a MÁV több szomszédos országban is síndiagnosztikai szolgáltatást nyújtott és nyújt! Minek köszönhető ez? Miben voltunk gyorsabbak, miben vagyunk fejlettebbek e téren, mint az osztrákok vagy a csehek?

A cseh vasúton végzett örvényáramos mérés egyedi eset volt. Az osztrákoknál viszont már több évtizede mi végezzük a sínek ultrahangos vizsgálatát. Nem rendelkeztek ultrahangos mérővonattal és pályázatot írtak ki a teljes hálózatuk vizsgálatára. A jelentkezőknek tesztmérésen

kellett részt venniük, melynek során egy adott pályaszakaszt kellett megvizsgálniuk. Az osztrákok pontosan tudták, hol milyen hiba van a pályában. Az nyert, aki a legpontosabb jegyzőkönyvet tudta átadni a hibákról. Ez 1997-ben történt. Azóta mi végezzük Ausztriában az ultrahangos sínvizsgálatot mérővonattal.

A szlovén és a szlovák vasúttársaság szintén nem rendelkezett síndiagnosztikai mérővonattal. Náluk a hálózat méretéből kifolyólag gazdasági értelemben nem is éri meg fenntartani egy ilyen technológiát, sokkal racionálisabb döntés a piacról igénybe venni ezt a szolgáltatást.

A gazdasági racionalitás mellett természetesen a csapatunk elhivatottsága, precizitása, továbbá a megrendelői igények maximális figyelembevétele, flexibilitás, agilitás, vezetői támogatás és vállalkozási kedv mind-mind hozzájárultak a külföldi sikereinkhez. Csak egy példát

említve: nálunk az ultrahangos kiértékelés B-kép alapján kvázi valós időben történik a mérés közben a vonaton. Így az azonnali intézkedést igénylő, forgalombiztonság szempontjából súlyos hibákat rögtön jelentjük, miután átgördültünk felette. Az adott napi mérés végeztével pedig a megrendelő kezébe adjuk a hibalistát, az általa kért formátumban 24 órán belül. Ezt kevesen csinálják meg.

Jut-e időd valamilyen hobbitevékenységre ennyi munka mellett, és ha igen, mi az?

A szabadidő eltöltésén nem sokat kell gondolkodnom, mivel két gyönyörű gyermek édesapja vagyok. Áron fiam 5, Zsófi lányom 2 éves, így gondoskodnak a programról. Velük is, ha lehet, inkább a szabadban töltött idő az, ami igazán feltölt. Már nagyon várom a jó időt, hogy biciklire pattanhasson a család. Áronnal már rövidebb túráknak is nekivágunk. A nagy szerelem számomra egyébként a vitorlázás, amit gyerekkorom óta sok éven keresztül űztem hobbi szinten szüleim kis vitorlášhajójával, valamint jó néhány évig egy amatőr csapatban is versenyeztem. Sajnos ez a sport, hogy stílusos legyek, jelenleg horgonyon vesztegel, de szeretném majd újra feléleszteni és gyermekeimmel is megismertetni a balatoni vitorlázás nyújtotta élményeket, melyek nagyon boldog életérzésként élnek bennem.

Köszönöm a beszélgetést! Kívánom Neked (és magunknak, mint utasoknak is), hogy a pályád íve továbbra is ilyen szépen alakuljon! Sok sikert és jó szeleket a Balatonon...!

Tisztelt Kolléga!

A GTE Százhalombattai Területi Szervezete és a Magyar Hegesztési Egyesület mint társszervező 2026-ban is megrendezi, hagyományos formában, a Balatoni (korábbi nevén Csopaki) Ankétot, egy megújult környezetben,

**Lehetőségek a nyomástartó rendszerek hatékonyságának javítására
címmel.**

Az évente megrendezésre kerülő Balatoni Ankét programját igyekszünk tematikusan összeállítani a mindenkor aktuálisak figyelembevételével. Ebben az évben nem egy témát elemzünk, hanem megpróbáltuk körbe járni azokat az újdonságokat, amelyek az elmúlt néhány évben terjedtek el a nagyvilágban és amiket fel lehet használni a nyomástartó rendszereink tervezése, gyártása, üzemeltetése, javítása során. Vannak közöttük, tudományos, módszertani, technikai lehetőségek, melyek bevezetése nem csak a biztonságot növelik, hanem üzemeltetési, gazdasági előnyöket is rejtnek magukban. Természetesen idén is igyekszünk tanulni a hibáinkból, mert a tapasztalatok átadása lehetőség arra, hogy mindnyájan elkerülhessük ezeket a hibákat.

Az ankét hivatalos nyelve a magyar, de előadótól függően angol nyelvű előadások is elhangozhatnak.

Az ankét továbbképzésként való elfogadtatása a Magyar Mérnöki Kamaránál folyamatban van. Az ankétot, az alábbi témakörökben, egymást követő szekcióüléseken kívánjuk lebonyolítani.

A Balatoni Ankéton tárgyalt témakörök:

1. Iparpolitikánk aktuális kérdései, szabványosítás, jogi szabályozás, szakképzés
2. Lehetőségek a nyomástartó rendszerek hatékonyságának javítására
3. A közelmúltban történt nyomástartó rendszer meghibásodások és javításuknál történt döntések elemzése
4. Nyomástartó rendszerek meghibásodási kockázatának csökkentési lehetőségei
5. Kerekasztal beszélgetés: Mérnökképzés jövője
6. Ipartörténet, Kiváló Fiatal Mérnök pályázat díjazott munkáinak bemutatása

A Balatoni Ankéton immár kilencedik alkalommal kerül sor a „Nyomástartó Rendszerek Biztonságáért Díj” átadására, melyet a Gépipari Tudományos Egyesület és a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum alapított 2016-ban az ankét rendszeres résztvevőinek javaslatára.

Meghirdetjük a Kiváló Fiatal Mérnök díjat, melynek felhívását külön lapon tesszük közzé.

Az egyes szekciókban 20-25 perces előadásokat tervezünk, melyre a felkért előadók mellett várjuk a kollégák és hallgatók jelentkezését is a mellékelt jelentkezési lapon.

A Balatoni Ankét új helyszíne: **Hotel Azúr****
8600 Siófok, Erkel Ferenc u. 2/c.**

A Balatoni Ankét időpontja: **2026. november 12–14.**
(A hivatalos program az első nap 14 órától a harmadik nap 12 óráig tart)

Tisztelt Kolléga!

A GTE Százhalombattai Területi Szervezete és a Magyar Hegesztési Egyesület, mint társszervező 2026-ban is megrendezi, hagyományos formában, a Balatoni (korábbi nevén Csupaki) Ankétot egy megújult környezetben. A rendezvényen meghirdetjük a fiatal mérnökök részére a

Kiváló Fiatal Mérnök díjat

A díjazás célja: A nyomástartó rendszerek (torony-, tartály-, csőköteges jellegű készülékek, kazánok, csőkemencék, csővezetékek és szerelvényeik) és atmoszférikus tartályok témakörben dolgozó fiatal mérnökök számára, bemutatkozási lehetőség a munkájuk ismertetésén keresztül. Munkájukkal hozzájárulnak a nyomástartó rendszerek szakszerű tervezési, gyártási, vizsgálati és karbantartási feladataihoz, ezzel elkerülve a nagyobb meghibásodásokat, üzemleállásokat. Továbbá, kapcsolatot szeretnénk teremteni, a nagyobb tapasztalatú szakemberek és a fiatal mérnökök között, akik az utánpótlást biztosítják a vegyipari, kőolajipari, energetikai (atom, fosszilis, megújuló) ipari, gyógyszeripari, élelmiszeripari cégeknek és oktatási intézményeknek.

Résztvételi feltételek: Pályázhat 30 év alatti (ezévben tölti be maximum 30. életévét) fiatal mérnök; aki a nyomástartó rendszerek (torony-, tartály-, csőköteges jellegű készülékek, kazánok, csőkemencék, csővezetékek és szerelvényeik) vagy atmoszférikus tartályok tervezésével, gyártásával, vizsgálatával, karbantartásával foglalkozik.

Formai feltételek: A pályázónak maximum 15 db diából álló prezentációt kell elküldenie a kiírásban szereplő témakörből (pl. szakdolgozat kivonata vagy kiemeltebb szakmai munka) magyar nyelven.

Értékelési szempontok:

- Műszaki újszerűség
- Gazdaságossági megfontolások
- Legjobb mérnöki gyakorlatok alkalmazása
- Szakmai témakör mellett iparági kitekintés
- Az előadás anyag kivitele
- A helyszíni előadás

A pályázat kiértékelését a szervezőbizottsági tagok és a kuratóriumi tagok közül kérjük fel.

A benyújtott pályaművek értékelése alapján, a legjobb három beadott pályázat bemutatására kerül sor a Balatoni Ankét szombat délelőtti szekciójában (2026.11.14-én a Hotel Azúrban - 8600 Siófok, Erkel Ferenc u. 2/c.).

Díjazás: A legjobb pályaművet benyújtónak (díjnyertes) 50000 Ft pénzjutalom + kupa és szervezői ajándék, a többi meghívott előadónak szervezői ajándék. Ezen ajándékon felül minden Kiváló Fiatal Mérnök díjra előadónak meghívott kolléga, az előadás megtartásával ingyenesen részt vesz a pénteki és szombat délelőtti programon. A díjra pályamunkát beadók kedvezményesen részt vehetnek az ankét napjain (részletek a Balatoni Ankét felhívás kedvezmények részénél - <http://www.events.gteportal.eu/46-balatoni-anket/>).

A pályamű leadási határideje: 2026. augusztus 28.

Jelentkezés a pályamű leadásával történik az alábbi címre: Ilinyi János (ilinyij@gmail.com)

Kiváló Fiatal Mérnök díjjal kapcsolatban felvilágosítást ad: Kurucz Botond (bkurucz@mol.hu)

A Szervezőbizottság nevében:

Kurucz Botond
titkár

Felhívás

A nyomástartó rendszerek biztonságával kapcsolatban 1979-ben, Répcelakon 1969. január 2-án bekövetkezett ipari katasztrófa 10. évfordulóján indult, évenként megrendezett „Csopaki-rendezvény”, később **Balatoni Ankét** értékeinek megőrzéséhez kötődően a Gépipari Tudományos Egyesület (GTE) és Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum (MOGIM) **„NYOMÁSTARTÓ RENDSZEREK BIZTONSÁGÁÉRT DÍJ”** elismerést alapított a következő célkitűzéssel:

- A díjat azok a nyomástartó-rendszer tervezők, fejlesztők, gyártók, üzemeltetők, vizsgálók, oktatók, hatósági szakemberek kaphatják, akik munkájuk során huzamosabb időn keresztül az alapítói célban megfogalmazott tevékenységet végezték.
- A bronz plakett és oklevél mellett a díjazott pénzjutalomban is részesül, amelynek összegében a Károly Róbert verette „arany forint” mindenkori értéke az irányadó.
- Az évenkénti egy díjazott személy kiválasztásában a hazai szakembergárda javaslata alapján a díj Kuratóriuma dönt.
- A díj átadására a Balatoni Ankéton ünnepélyes keretek között kerül sor, első alkalommal 2017-ben.
- A díj Alapító Okirata a GTE honlapján megtekinthető.

Tisztelettel kérjük szakembereinket, hogy javaslataikat néhány soros indoklással **2026. szeptember 1-ig** küldjék meg a következő címekre:

Szántó Orsolya: penzugy@gteportal.eu és
Tóth László: laszlo.toth@bayzoltan.hu

Amennyiben a díj összegének fedezésében és az ebben rejlő reklámértékben kíván tájékozódni, úgy az előbbieken megadott címeznél érdeklődjön, ahonnan kimerítő tájékoztatást kaphat.

Az alapítók meggyőződéssel vallják, hogy a műszaki szakmai közösség erősödését, társadalmi szerepének tudatosítását szolgálják azzal, hogy az arra érdemes, és szakmánk közösségének tiszteletére érdemes kollégánk munkáját ezúton éves rendszerességgel elismeri.

Eddigi díjazottak:

2017	Kurucz István	2022	Németh János
2018	Fehérvári Attila	2023	Wiegand Krisztina
2019	Bacskai Antal	2024	Trampus Péter
2020	(a rendezvény elmaradt)	2025	Somogyi Sándor
2021	Gyarmati István		

Az Anyagvizsgálat a Gyakorlatban, vagy csak röviden: AGY

Material Testing in Practice, or AGY for short

A Budapesti Műszaki Egyetem Mechanika Technológia és Anyagszerkezeti Tanszékén a második Anyagvizsgáló Szakmérnökin (1980-82) végzett hallgatók a végzést követően tartottak néhány találkozót, ahol az iskolai, magánéleti élményeken túl természetesen a szakmáról is bőven esett szó.



Szakmérnöki találkozó Győrben

Ezek a találkozókön körvonalazódott meg az igény valamilyen rendszeresen megtartandó szakmai rendezvényre. Az igény jogosultságát támasztotta alá a végzetek különböző munkaterületei: egyetem, főiskola, oktatás, kutatóintézet, ipari gyártás, ipari szolgáltatás stb. Ebből a tényből, és a szakma, az anyagvizsgálat szeretetéből, az ismeretszerzés utáni vágyból egyenesen következett, hogy a rendezvényeknek lehet létjogosultsága. Ez persze akkor még csak egy remény volt, de mára a 12. AGY megrendezése okán már bizonyosság.

Persze ezeket a gondolatokat, elképzeléseket valamilyen tettek is követnie kellett, és ma már nehezen visszaidézhető okokból a szervezést dr. Somogyi György, Harnisch József és Fodor Olivér vállalta magára, sok fejtörést okozva maguknak a konferencia nevének megtalálásával, az időpont kiválasztásával, a helyszín meghatározásával. A szervezésbe hamarosan bekapcsolódott Csizmazia Ferencné dr. is.

Hogyan folytatódott tovább?

Elsőként megalapítottuk az Anyagvizsgáló Szakmérnöki Kör (AVI-SZAK) „civil szervezetet”, hogy valami neve legyen a kezdeményezésnek, ami majd elkezd az első konferencia szervezését. A civil szervezet azért került idézőjelbe, mert hivatalosan ilyen nem volt, vagyis nem egy bejegyzett szervezetről volt szó, és ezt egyelőre nem is terveztük. Létrehozásának oka leginkább abban keresendő, hogy legyen ennek a szakmának valamilyen szervezete, illetve konferenciákat nem magánszemélyek szokták szervezni. Csatlakozhattunk volna valamilyen már meglévő társadalmi szervezethez is (PI: GTE, MAROVISZ), de úgy gondoltuk ezek céljai nem pontosan egyeznek meg az elképzeléseinkkel. Az AVI-SZAK-nak elképzelésünk szerint minden korábban végzett Anyagvizsgáló Szakmérnök tagja volt.

Elkezdtek a konferenciát szervezni.

A dátum kiválasztásánál figyelembe kellett vennünk, a kicsit is hasonló tematikájú rendezvényekkel való ütközés elkerülését, amelyekre a várható résztvevők egyrésze szintén szeretne elmenni, ilyen volt a Balatoni Ankét minden őszi, a RAKK kétfévente tavaszi, vagy az OAAK őszi rendezvényei. Ezek alapján született meg a döntés az időpontról: két évente késő tavasszal.

A helyszín kiválasztásában meghatározó volt az a kitűzött cél, hogy konferencia programjába egy-egy közérdeklődésre tartó gyárlátogatás beiktatása is belekerüljön. Így jutottunk el az AUDI és a Suzuki gyárba, a paksi atomerőműbe, a kecskeméti katonai repülőtérre, a Mercedes gyárba, vagy az akkor még működő, utolsó Márkus hegyi mélyművelési szénbányába.

Így lett a konferencia ún. vándorkonferencia, mindig másutt megrendezve, alkalmazkodva ahhoz, hogy hol található egy érdekes üzem vagy technika, lehetőleg fejlett anyagvizsgálattal együtt.

Így került sor az első konferencia megszervezésére Győrben az AUDI és a Széchenyi István Egyetem támogatásával.



Győr, 1. AGY, 2002

A konferenciák megnyitójára minden városban meghívuk az adott város polgármesterét, és igyekeztünk olyan bevezető előadást és előadót felkérni, aki mindenki számára érdekes témáról beszélt, több esetben csak érintve az anyagvizsgálatot.

Érdemes megemlíteni a 2. AGY konferenciát 2004-ben, melynek Dobogókő adott helyszínt és a meghívott előadó dr. Króó Norbert volt. Az előadását megelőző este óriási vihar volt, az áramellátás megszűnt, így az előadást az elkészített diák nélkül „napfény” mellett hallgattuk meg. Persze később megkaptuk a képeket is.



Dobogókő, 2. AGY, 2004

Az idén már tizenkettediket számláló konferencia léte bizonyítja, hogy annak idején a szervezők elképzelése jó volt. Az előadások a résztvevők szerint jó színvonalúak voltak, nagy mennyiségű információ cseréjével. Általában 60-100 fő, egyszer pedig közel 160 fő (Tengelic) részvételével zajlottak a rendezvények.

Az eddig megaválósult tizenegy konferencia időpontja, helyszíne és egyéb programja a következő volt:

1. AGY	Győr	2002. április 18-19.	AUDI
2. AGY	Dobogókő	2004. június 10-11.	SUZUKI
3. AGY	Tengelic	2006. június 1-2.	PART.
4. AGY	Kecskemét	2008. június 3-5.	Repülőtér
5. AGY	Mór	2010. június 9-10.	Márkushegyi bánya
6. AGY	Cegléd	2012. június 7-8.	?
7. AGY	Kecskemét	2014. június 18-20.	Mercedes
8. AGY	Miskolctapolca	2016. június 1-3.	Miskolci Egyetem, Anyagmérnöki Kar, Fémtechnika Tanszék laboratóriumai
9. AGY	Székesfehérvár	2018. június 6-8.	ALCOA Kőfém
10. AGY	online	2021.	
11. AGY	Győr	2024. június 5-7.	Kiállítás

A konferenciákon a szóbeli előadások mellett poszterek is bemutatásra kerültek. Azt vezettük be, hogy külön szekciót szerveztünk a poszter eladók részére, ahol 5 percben lehetőséget kaptak munkájuk bemutatására, az érdeklődők figyelmének felkeltésére.



Poszterszekció bevezetése

Az idő előrehaladásával, a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete (MAE) újra-megalakulásával (2012) a konferencia további szervezését megkapta. Így az AVI-SZAK léte is értelmét veszítette. Ebben az is szerepet játszott, hogy a két évfolyamon végzett szakmérnökök kiöregedtek vagy más pályát választottak, és sajnos a mai napig nem sikerült egy újabb anyagvizsgáló szakmérnök képzést létrehozni, a nyilván meglévő ipari igények ellenére.

A MAE az előző két kurzushoz hasonlóan a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán tervezte az

új anyagvizsgáló szakmérnöki képzés szervezését. Több konferencián is bemutatásra és megvitatásra került a szervezés helyzete.

Az anyagvizsgáló szakmérnök képzés azóta is többször napirendre került és reményeink szerint előbb utóbb meg-szervezésére kerül.

Befejezőként álljon itt néhány kép az AGY konferenciákról:



Mór, 5. AGY, 2010



Cegléd, 6. AGY, 2012



Miskolc-Tapolca, 8. AGY, 2016



Székesfehérvár, 9. AGY, 2018

Csizmazia Ferencné dr.

Fodor Olivér

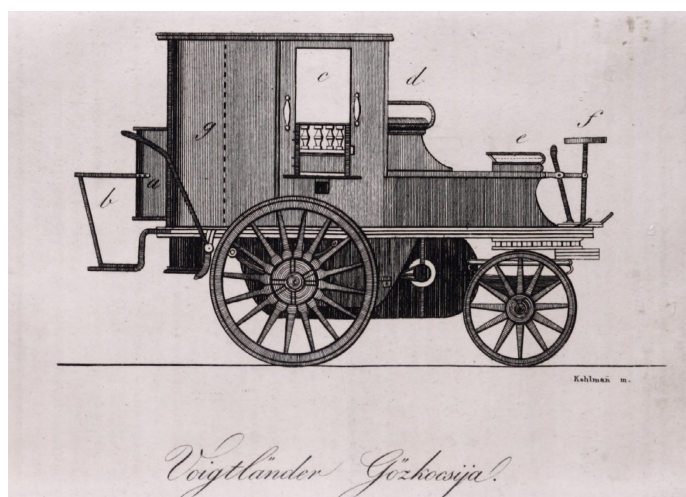
Harnisch József

En garde, Herr Professor

A régi, jó táblabírók korának egyik első irodalmi lapját, a „Regélőt” 1833. április 1-jén indította meg bizonyos Rothkrepf (1837-től furcsamód Mátraira magyarított) Gábor (1797-1875). A kezdetben alig hétszáz – közöttük 184 hölgy – előfizető a tudományos ismereteket bőséggel terjesztő társkiadványt, a „Honművészt” is olvashatta. A címdalán sudár uracsok és arszlánnok könyomott, színes divatképeivel hivalkodó lap 1835. május 21-i számában a „Pesti Vizsgáló” egy különösen érdekes eseményről számolt be [1]. A szakavatott ismertetőt egy furcsa rajz is illusztrálta [1].

„Bécsi mechanikus ifjabb Voigtländer Fridrik ur volt az első német országban, ki gőzkocsit szerze, mellyel a' szorgalom előmenetelét e' részben is velünk megismertesse. Taval hozta azt Bécsbe angol országból, s az átszállítási költségekkel együtt tíz ezer ezüst forintjába került. Mi után azt köz nézésre Bécsben kiállította volna, most Pestre hozá-le, és máj. 16-án a' kereskedőség háza előtt a' Duna partján egy különösen készült deszka-bódéba nyilvános megtekintés végett 20 ezüst kr. díjért kiállítá. Halljuk, hogy egy idő múlva valamelly' szabad helyen e' kocsinak járása gőz által is eszközöltetni fog.

A' g) betűvel jegyzett vaspléh-almáriomban történik a' gőz-kifejlés; az a) betű alatt van a' tüzelő hely, mellynek teteje kinyitható. Itt rakják-be a' szenet. A' b) betűvel jegyzett 's vas rudakkal körülvett helyen áll a' tüzet élesztő legény. A' c) betű alatt van a' kinyíló ajtócska, hol egy ember a' c) betűvel jegyzett kocsi belsejébe mehet, ki, midőn a' kocsi jár, a' d) előtt álló gőz-csőkre ügyel. — A' d) betű alatt van 3 személyre ülő-hely, ugyan annyi az e) betű alatt; ezen utóbbi három hely közepén ül a' kocsis, ki az f) betű alatti mozgékony vas-póznával az első kerekeket ide oda csavarhatja.”



1. ábra: Voigtländer gőzkocsija [1]

De jaj, a lap június 4-i számában a szemfüles „Pesti Vizsgáló” az első magyar gépkocsi bemutató szánalmas kudarcáról tudósított [2]. Az Új-épület (a históriánkban

oly gyászos emlékezetű Neuegebäude) hatalmas udvarán május 31-én tett próbajáratásra csak kis számú közönség sereglett össze. A nézhetésért nem keveset, 20-30-40 ezüst krajcár belépődíjakat fizetett érdeklődők feszült figyelemmel várták a csudamű megindulását.

„A' kocsi hátulján álló ember vas vesszővel a' szén-tüzet élesztette; egy ember belül állott, 's a' gőznek csatornáját (a' csőket) kormányozta; Voigtländer ur pedig maga a' kocsis helyét foglalá, hol ... a' mozgékony első kerekeket igazgatta, és ezeknek segédelmével tette a' kocsi fordulatait.”

A remélt bemutató azonban a legkevésbé sem várt módon folytatódott:

„... a két első próbajárás alig tartott 4 percig; a gépely sebessége csak igen lassú üggetéshez hasonlított; egyszer se járta körül a négyszegű udvar tétét, és ...

... a' harmadik megindulás után pedig azonnal megállott, s tovább indítani nem lehetett, noha mindenik megállapodás után elég szén rakatott a' hátul levő tűzhelybe, 's a' gőz-csőket minden módon munkálatra akarák hozni.

A' tulajdonost ezen izzasztó zavarodásból, úgy látszik, a' jótékony ég ki akará segíteni, mert sűrűn kezdett esni; 's midőn a' kocsit a' hirdetményben ígért utasító mutatványra, t. i. a' víz-sza felé futásra (hátrálásra) csakugyan reá birták (mi azonban hasonlólag nem sokáig tartott), a' nézők is hátrálni kezdtek az eső elől, és 6 órákor kiki haza vagy a' kapuk alá sietett.”

Pedig akkortájt a külföldi utakon és vaspályákon már gőzmasinák sokasága közlekedett, húzták-vonták az utasokkal és rakományokkal alaposan megrakott kocsikat. Kibogozhatatlan, mi okozta a szégyenletes pesti kudarcot.

A Newcomen-féle ős-gőzgépben a dugattyú egyenes vonalú mozgását a himba („balancir”) jobbra-balra billegő alternáló mozgásává alakította. A szerkezet tökéletesítésére James Watt (1736-1818) a később évtizedekig használt lemniszkáta mechanizmust, a nevével ismertté lett Watt-féle paralelogrammát találta fel.

A gyakorlati igények nyomán, a konkurens szabadalmak korlátozásait kerülgetve, a gőzt a munkahengerbe juttató vezérművek sokasága született. A csuklós-karos mechanizmusok elméleti tudományát fejlesztő matematikus mérnökök¹ munkássága szorosan kapcsolódott a gépgyári tervezők tevékenységéhez.

A gőzgép belső folyamatainak megismerésében fontos segítség volt az (ugyancsak James Watt kitalálta) indikátor készülék és az indikátorral rajzolt diagram. A Carnot-körfolyamat² felfedezése, nem sokkal később a Clausius és Clapeyron munkáiban megfogalmazott termodinamikai törvények egzakt tudományos alapokra helyezték a gőzgép tervezését.

¹ Robert Willis (1800-1875), Alfred Kempe (1849-1922), Pafnutij Lvovics Csebisev (1821-1894), Franz Reuleaux (1829-1905)

² Nicolas Leonard Sadi Carnot (1796-1832), Rudolf Clausius (1822-1888), Benoît Paul Émile Clapeyron (1799-1864)

A XIX. századi fizika egyik friss területe az elektromosság volt. A galvánelemre kötött huzaltekercsbe vezetett szaggatott egyenáram a változó mágneses mezők csodavilágát tárta fel. A látványos, könnyen népszerűsíthető tudomány nagy felfedezése pedig a fénnel történő rajzolás lett.

A belül fekete falú doboz, a sok évszázada ismert camera obscura egyetlen, kicsiny nyílásán át az átellenes falra vetődő fény fordított állású, kicsinyített, valódi képet alkot. A saját, tanult litográfus mesterségében eléggé sikertelen Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833) ezzel az eszközzel próbált rajzoltatni.

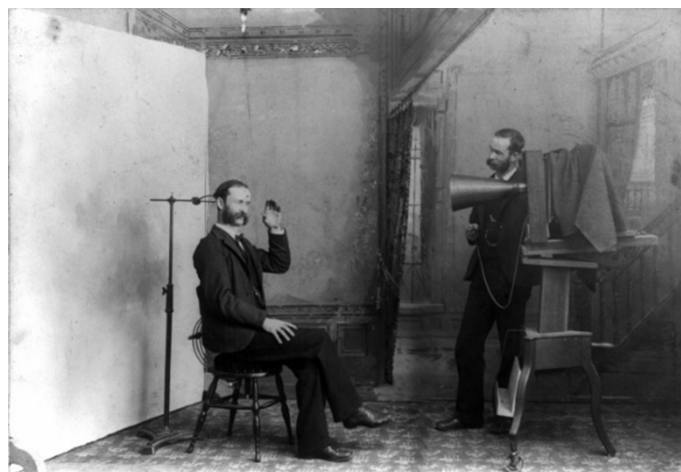
Niepce levendulaolajban oldott júdeai aszfalttal (más néven szíriai bitumennel) vékonyan bevont lemezt helyezett a dobozba. A nyíláson belépő fény az aszfaltreteget átalakította: az erősebben megvilágított részeken több, a gyengébb helyeken kevesebb feketeség oldódott le a lemezről. A dobozból kivett, majd ismét levendulaolajjal kezelt fémlapon pedig csodálatosképpen megmaradt a lyukkamera alkotta látvány.

A történelem első fényképe közel nyolc óra expozíciós idővel készült el; a Niépce dolgozó szobájának ablakából felvett tájkép mindkét szélén látszik a Nap korongja.

A türelmesen próbálkozó kömetész a hasonló kísérleteket végző Daguerre portré- és tájképfestővel³ társult. Közös munkájukat Niépce hirtelen halála megakasztotta, ám nem sokkal később Daguerre komoly eredményeket ért el. Jódgőzzel kezelt, nagyon vékony ezüst bevonatos rézlemezein már 15-30 perc alatt jöttek létre a felvételek. A képeket higanygőzös kezelés hívta elő, majd eleinte konyhasó, később nátrium-tioszulfát oldatos fürdetés rögzítette. A szabad levegő súlyosan károsíthatta a daguerrotípiákat. A nagyon sérülékeny lemezeket csinos, üveg fedelű, légmentesen lezárt dobozok őrizték.

Hamarosan a nagyközönség számára is megvásárolhatók lettek az első fotómasinák, valamint a hozzájuk tartozó laboratóriumi felszerelések. A jó üzleti érzékkel is rendelkező feltaláló a soha nem látott csinos ajándékokból küldött Európa uralkodóinak és vezető politikusainak.

Daguerre camera obscuráinak nyílásába a Chevallier⁴ készítette üveglencsét építette be. A kis fényerejű objektív és a kevésbé érzékeny fotóanyag okán azonban a kép továbbra is igen lassan készült el. A fotografálás terjedésének komoly akadálya volt a több tíz percnyi expozíciós idő. Tájképek és – az akkoriban morbid furcsaságként gyakran fotóztak – halottak esetében ez nem jelentett nagy gondot. Élő személy megörökítéséhez a modellt a szükséges mozdulatlan, kényelmetlen helyzetben bonyolult készülékek rögzítették. A jobb felvételek készítését előnyösen támogatta a Wilhelm Horn prágai daguerrotipista képeinek hátoldalára nyomtatott ajánlás:



2. ábra: Fotózás a személyt rögzítő segédeszközzel [3]

„...a hölgyek ruházatuk kiválasztásakor kerüljék az egészen világos színű vagy netán fehér ruhákat. Különösen jól hatnak a kockás, virágos vagy egyszínű selyem vagy gyapjúanyagok, továbbá a szörme és a bársony.”

A magyar szabadság 1848. március 15-i örömnepének jól ismert, emlékezetes mozzanata volt Metternich⁵ kancellár lemondása és csúfos menekülése. A Habsburg ház diplomáciájának és államapparátusának roppant konzervatív, nagy hatalmú irányítójának érdeklődését erősen megragadta a feltalálói ajándék. A nehézkes fotózási technika javításával a kancellár személyesen bízta meg Andreas von Ettingshausent⁶ (1797-1878), a bécsi egyetem matematika és fizika professzorát, aki a feladatot a bécsi egyetemen tanító magyar barátjának, Petzval Józsefnek továbbította. A szerencsétlen gőzkocsi és a fotográfia története pedig hamarosan összekapcsolódott.

Petzval József Miksa (1807-1891), valamint a kisgyermekként elhunyt bátyja és testvéröccse⁷ már születésükkor némi rendkívüliséget sejtettek: valamennyi fiú egyazon napon, január 6-án jött a világra a napjainkban Szlovákiához tartozó Szepesbela (Spišská Belá) kisvárosban.

Fiatal életének másik, bizarr eseménye volt, hogy a szégyen kántor tanító Petzval atya véres civódásba keveredett munkaadója, a késmárki katolikus egyház egyik zenészeivel. A durva história nyomán az egyház a templomot bezárta, majd a megnyitáshoz újra szentelte – a Petzval család pedig igen gyorsan Lőcsére költözött.

A későbbi kiváló matematikus professzor József gyerekoránban éppenséggel a számtan tudományában gyengélkedett. Kétségbeesett atyja a lőcsei elemi iskola harmadik osztályában bukott gyermekét már csizmadia inasságra

³ Louis Jacques Mandé Daguerre (1787-1851)

⁴ Charles Louis Chevallier (1804-1859) optikus, mikroszkópjai elsőként épített összetett lencserendszereket. Sokáig, de sikertelenül próbálkozott az optikák kromatikus hibáinak kiküszöbölésével.

⁵ Klemens Wenzel Nepomuk Lothar von Metternich (1773-1859)

⁶ A kombinatorikával kiemelten foglalkozó Ettingshausen vezette be az $\binom{n}{k}$ jelölést.

⁷ A testvér, Ottó (1809-1883) a pesti egyetemen az erőmű-géptan, később a felsőbb mennyiség-tan professzora volt.

készült adni, a fiú azonban egy véletlenül a keze ügyébe akadt tankönyvből⁸ remekül felkészült az őszi pótvizsgára. Tanárai legnagyobb elképedésére a bukott ifjú az alapláncveleken túl a teljes korabeli középiskolai ismeretanyagot is elsajátította.

Petzval 1826-ban beiratkozott a Budapesti Műszaki Egyetem jogelőd intézményébe, az Institutum Geometricumba. A német anyanyelve mellett magyarul, latinul, csehül és szlovákul kiválóan beszélő, később a francia és az angol nyelvet is jól elsajátított ifjú 1828-ban kapta meg a mérnöki oklevelét. Első munkahelyén, a Pest-Budai Építészeti Hatóságnál az árvízvédelemben dolgozott, igen eredményesen munkálkodott a Duna 1830-as és 1832-es áradásainak elhárításánál. Feletteseitől azonban több feddést kapott, mert rendre túllépte a mentesítésre előírt költségkeretet.

Petzval nagy ívű városrendezési terveinek egyik érdekes darabja a Pesten – nagyjából a mai Nagykörút vonalában – ásandó hajózási csatorna volt. A Duna áradásait ez vezette volna le, megvédve az alacsony fekvésű pesti belvárost. A gyorsan elfelejtett ötlet bizonyosan segített volna az 1838-as árvíz elleni védekezésben. A főváros arculatát látványosan megszépítő tervet évtizedek múlva Reiter Ferenc⁹ próbálta – ugyancsak sikertelenül – megvalósítani.

Petzval 1831-ben matematikai tudásának mélyítése céljából beiratkozott a pesti egyetem bölcsészeti karára, itt hamarosan oktatói állást kapott, majd 1836-ban matematikából doktori fokozatot szerzett. 1837-ben sikeresen pályázta meg a bécsi egyetem matematika tanszékére hirdetett tanári állást. Ettől kezdve Bécsben élt, pesti állásában pedig Ottó öccse (1809-1883) váltotta fel.

Petzval mérnöki gyakorlatából jól ismerte a különféle optikai műszereket. A távcső, a távcsöves geodéziai eszközök és a mikroszkóp képalkotásától azonban teljességgel eltérő volt a látványnak egy korlátozott sík tartományba történő valóság-hű vetítése.

A két oldalán pozitív, nulla vagy negatív görbülettel kialakított, gömb felületű üveglencsék különféle képalkotási hibái akkoriban már jól ismertek voltak. A gömbi eltérést, az asztigmatizmust¹⁰, a képző hajlását, a kép torzulását, a fénytörésnél fellépő színeltérést külön-külön eléggé jól lehet korrigálni. A fontos optikai jellemzők azonban egyidejűleg nem javíthatók.

„Nagyon könnyen és meglepően kis ráfordítással lehet olyan optikai eszközöt készíteni, amelynek látómezeje, egy másodikat, amelynek nagyítása, – egy harmadik, amelyben a fényerő, – egy negyedik, amelyben a kép élessége nagyon magas; de egy ötödiket létrehozni, amely az elsőtől a látómezőt, a másodiktól a nagyítást, a harmadiktól a fényerőt és a negyedikétől a kép élességét öröklőné, teljesen lehetetlen.”

– írta Petzval a kutatási eredményeit összefoglaló „Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen” című tanulmánya XII. oldalán [4].

A megfelelő képalkotó tulajdonságú fényképező objektív csak több tagból összetett rendszerrel valósítható meg. A k darab önálló optikai elemből (beleszámítva az üveg lencsék közötti levegő tartományokat is) összeállított lencserendszer létre hozta képző görbületére levezetett Petzval-képlet:

$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^k \frac{1}{f_i \cdot n_i}, \quad (1)$$

ahol R a képző görbületi sugara, f_i az i -edik elem fókusz távolsága, n_i az elem viszonylagos törésmutatója. A felfedező nevére ismert, elegáns összefüggés mindmáig az optikai tervezés egyik legfontosabb alapformulája.

A kidolgozott elmélet helyességét egy kiemelkedően jó minőségű fényképezőgép objektív bizonyította. A lencserendszer hosszadalmas gyakorlati számításai különösen érdekes módon készültek el. Petzval saját beszámolója szerint Ludwig főherceg, az osztrák tűzérőség főparancsnoka „a témában jártasként híres csász. és kir. bombász karból Löschner és Hain fő-tűzmesterek mellett nyolc, számításban tapasztalt bombászt” állított a tudós rendelkezésére. A katonák az Excel program táblázatos számítási technikájához hasonlóan határozták meg az optikai paramétereket [4].

1841-ben született meg a gyakorlatilag képző hajlás mentes képalkotást biztosító objektív. A lencserendszer első egységét egy kétszer domború koronaüveg gyűjtőlencse és egy azzal összeragasztott, kétszer homorú, flintüveg szórólencse képezte. A második tag két, egymással nem összeillesztett domború-homorú gyűjtőlencséből állt; itt az első elem anyaga az erősebb fénytörő képességű flintüveg, a másodiké a gyengébb fénytörésű koronaüveg volt.

Az első Petzval-optika 25 darab hiteles másolatát a Voigtländer cég 1938-ban készítette el. 1956 a cég tanműhelyében még 200, végül 1972-ben újabb 100 darab – a régi fényképező gépek gyűjtői körében igen drágán értékesített – replika készült el.

A személyek megörökítésére oly kiváló optika azonban nem volt megfelelő a tájképek megörökítésére. Petzval további munkálkodása nyomán született meg az erre alkalmas „Dialyt” objektív. A gőzkocsis kizsákmányoló Voigtländerrel megszerezte az együttműködést, ám az új gyártóval, Carl Dietzler¹¹ optikussal sem sikerült igazán jó üzletet kötni. A továbbfejlesztett Petzval-objektívek gyártására – immár jól megszerkesztett szerződéssel – vállalkozó cég nem volt képes a megfelelő minőségű termékek gyártására.

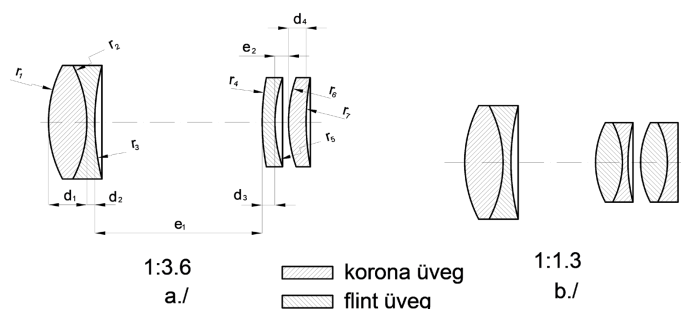
Petzval objektívjának fényereje az akkoriban ismert

⁸ A felkészülést báró Mathias Hauser (1741-1816) alezredes „Analytische Abhandlung der Anfangsgründe der Mathematik in drei Teilen”, (Wien, 1778-1786, 2. Aufl. 1816-1823) című kézikönyve segítette. Ennek három fejezetéből tett 1817-ben sikeres felvételi vizsgát a bécsi hadmérnöki akadémiára jelentkező Bolyai János (1802-1860), lásd [5]

⁹ 1814-1873, a fővárosi rakpartok, a Nagykörút, az Andrássy út kiépítése mellett a főváros csatornázását is ő kezdte el.

¹⁰ A gyűjtőlencse optikai tengelyétől távolabb eső tárgypontból kiinduló, és a lencsén áthaladó fénysugarak nem egy pontban egyesülnek.

¹¹ ?-1872



3. ábra: A Petzval-féle portré (a./) és tájkép objektív (b./) [6, 7]

legjobb fényképezőgép optikák fényerejének tizenhat-szorosa volt. Ennek köszönhetően a korábbi több tíz perces expozíciós idők töredékére csökkentek – megszületett az első, portré készítésre valóban használható fényképezőgép.

A Pesten csúfosan leszerrepelt gőzkocsi gazdája gyorsan túltette magát a kudarcot. Anyagi gondjai nem voltak, több generációs családi üzlete Ausztria-Magyarországon kívül a legtöbb európai államban is remekül működött. A dinasztiát alapító nagyapa, Johann Christoph Voigtländer¹² 1756-ban bejegyzett bécsi cégét Mária Terézia (1717-1780) császárnő különleges kereskedelmi jogokkal ruházta fel. A vállalat kiváló optikai eszközöket, szemüvegeket, látcsöveket, mikroszkópokat, a hajósok, földmérők, építő és bányamérnökök részére a legkülönbébb műszereket gyártotta. Az igazi világsikert és a legnagyobb jövedelmet hozó találmány a modern fényképezőgép lett. A részletes dokumentációt és a háttér számítások teljes leírását Petzval átadta a közben lovagi címmel is kitüntetett Voigtländer unokának.

Az új portré fényképező „*Daguerrotyp*” használati utasításának címlapja szerint a készüléket Herr Professor Petzval számításai alapján Voigtländer és Fia készítette. A részletes leírás elmagyarázza [8], miként kell az objektívet a megörökítendő alakkal szembeni asztalra helyezni, és a magassági szabályozással, majd a három darab talpcsavarral vízszintezni. A beállítás megfelelő, ha az optikán átnézve a személy a képmező közepén tisztán látható. Az élesre állítás az objektív odalán lévő csavar előre-hátra forgatásával történt. Az élesre állított optika elejét az optika fedővel le kellett zárni és levenni a jobb oldalról az optika szemlencséjét hordozó kúpos csövet. A kúpos cső helyére került a Daguerre előírásai szerint megfelelően előkészített és lezárt kazetta. Először a kazetta zárólemezét, azután az optika fedőt kellett levenni, majd visszatenni, végül a kazettát ismét lezárni és az optikáról leszerelni. A kazettában lévő lemez fényérzékeny anyagának megvilágítása az optika fedőjének levétele és visszahelyezése közötti időtartam

során történt [8].

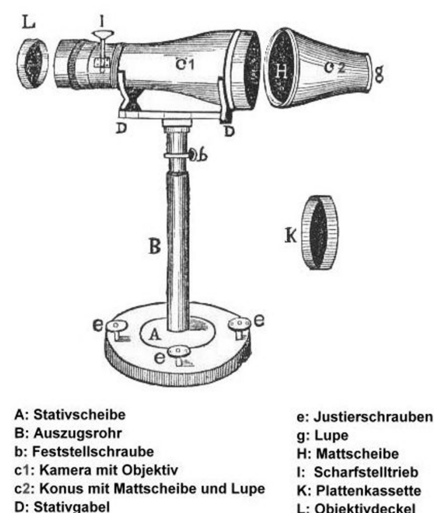
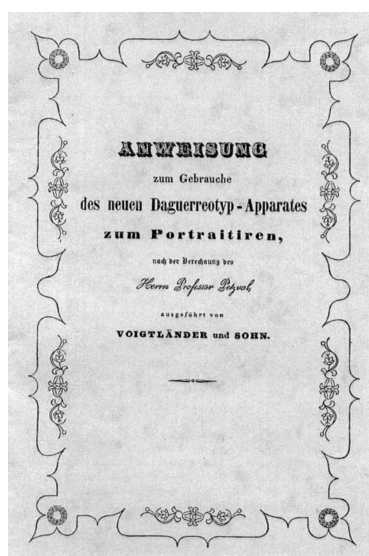
A használati utasítás szerint télen, borult, felhős időben, szabadban 3 ½ percig javallott az exponálás. Napsütötte időszakban, árnyékban ülő személy esetén az 1 ½-2 perc, direkt napfényben 40-45 másodperc a megfelelő felvételi idő. Utóbbi esetben azonban számolni kell az éles árnyékokkal.

A 96 mm átmérőjű, kör alakú portré képeket készítő apparátus meghódította a piacot. 1841 és 1860 között körülbelül ezer darabot adott el a Voigtländer cég. A hatalmas bevételből azonban (a találmány hasznosítási szerződés hiánya okán) Petzvalnak méltatlanul kevés jutott.

Az anyagi hátrányon túl az is rontotta Petzval kedvét, hogy Chevallier szabadalmi perrel támadta meg. A francia optikus azt állította, hogy Petzval az ő lencserendszerét adta el Voigtländernek. A méltatlan vitában a francia Akadémia véleménye döntött. A tudós testület, hosszú huzavona után, adta meg a méltányos elégtételt, hivatalosan is elismerve Petzval elsőségét.

A hadsereggel fenntartott remek kapcsolatnak köszönhetően Petzval új optikai feladatot kapott. A különösen nagy fényerejű tükrös-lencsés reflektor terve bár elkészült, a villanyárammal táplált világító berendezést azonban nem sikerült legyártani.

A napjainkban csupán optikai munkásságáról ismert Petzval elképesztően sokoldalú, színes személyiség volt. Az állandó és változó együtthatós, közönséges differenciálegyenletek megoldásáról a maga korában igen elismert, két kötetes tankönyve jelent meg. Egyik nevezetes tanítványa, a később MTA rendes tagjává kinevezett Kondor Gusztáv „*A részletes külzeléki egyenletek egészszelése*” címmel jelentette meg a Petzval előadásai alapján készült remek értekezését [9]. A kissé talányos című tanulmány a parciális differenciálegyenletek megoldásáról szól.



4. ábra: Az első portré fényképezőgép használati utasításának címlapja, benne a készülék ábrája [8]

¹² 1732-1797

Népszerű egyetemi előadásain megannyi tárgykört érintett; kedvence, az optika mellett magas színvonalú analitikus mechanikai, hangtani és ballisztikai kurzusokat is tartott.

A különösen szigorú előírások szerint, az év legnagyobb részében némaságban, remetei életet élő kamalduli szerzetesek egyik klastroma Bécs melletti Kahlenberg hegyen volt. Az osztrák és magyarországi szerzetes- és apácarendeket II. József császár, a „kalapos király” 1782-ben feloszlatta. Az kamalduli szerzetesek klastromának elhagyott épületét Petzval kibérelte, ott mechanikai műhelyt és optikai laboratóriumot rendezett be. A nehezen megközelíthető, romantikus lakóhelyről fekete arabs paripáján járt be a fővárosba az egyetemi előadásait megtartani.

A magas tetejű cilindert és lobogó fekete köpenyt viselő lovas diabolikus figurája, a romos kolostor épület ablakából éjjelente kiszűrődő különös fények sok babonás szóbeszédre adtak okot. Petzval különösen nagy kedvét lelte a kemény fizikai próbatételekben. Téli tüzelő fáját állásával, társadalmi helyzetével nehezen összeegyeztethető módon maga aprította fel, továbbá rendszeresen tornázott és birkózott.

A különc professzor a magas úri osztály legelőkelőbb sportjában is jeleskedett. Sok éven át több, nemzetközileg elismert vívómestert legyőzve az osztrák főváros legkiválóbb kard- és törvívójaként volt ismeretes. Roppanat érdekes dokumentumok a saját vívóleckéiről készített fotográfiák. A képeken a professzor úr mindig a pást jobb oldaláról indulva mutatta be a szabályos támadó és védő mozdulatokat.

Petzval a sportban szerzett tapasztalatait elméleti

kereste, ám nem ő, hanem a mozgó élőlények fotózásának leghíresebb úttörője, Eadweard Muybridge (1830-1904) találta meg. A lóversenypálya mentén villamos működtetésű gyors zárakkal felszerelt fényképező gépek sorát helyezte el. Minden masina az éppen előtte elszáguldott lóról készített pillanatfelvételt. A képeket alaposan kiemelezve igazolódott, hogy valóban van olyan pillanat, amikor a paripa egyik lába sem éri a földet. Az is kiderült, hogy sok évszázad megannyi nagynevű festőművésze hibásan ábrázolta ezt a – csupán elképzelt – mozzanatot. Nem akkor van a paripa a levegőben, amikor látványosan előre-hátra nyújtja lábait, ilyen helyzet nem is fordul elő, hanem akkor, amikor a hasa alá húzza valamennyi végtagját.

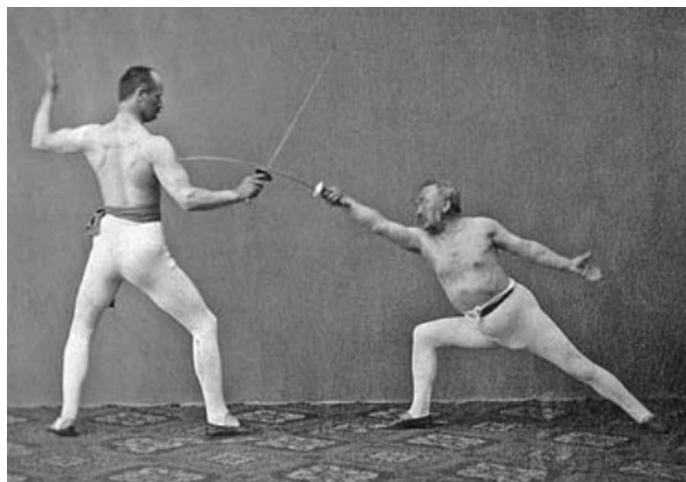
Petzval egyetemi előadásainak egyik kiemelt témája volt a rezgő húr mozgása. A differenciálegyenletek e klasszikus alkalmazási területének bemutatásán túl a hangtani és zeneelméletben is önálló eredményei születtek. Az európai muzsikában évezredek óta használatos, hét egész és öt félhangból álló kromatikus skála bővítésével gazdagabb harmónia élményt adó, és a zenészek számára könnyebben megszólaltatható hangrendszereket állított össze. Az 1870-es években tartott, roppant népszerű előadásain hang- és összhangzattani elméleteit a saját rendszere szerint temperált, maga építette hangszerek játékaival illusztrálta. Hangtani munkásságának eredményeit a hagyatékának megmaradt darabjait felkutató és összegyűjtő, majd életrajzát elsőként megíró, tisztelő tanítvány, dr. Erményi Lajos vasúti mérnök publikálta [11].

Petzval ballisztikai előadásait a bécsi egyetemi hallgatói mellett a hadsereg tisztjei is rendszeresen látogatták. Petzval a valós atmoszférában kilőtt lövedék mozgásának leírásához a Leonhard Euler által levezetett négyzetes légellenállási törvényt használta. Az előadások anyagát Albert von Obermayer (1844-1915) vezérőrnagy gyűjtötte össze és jelentette meg. Ebben az anyagban publikálta Obermayer a később a nevével közismertté vált, a ferde síkra lövés találati pontjának gyors meghatározására szolgáló pályaforgatásos számítási eljárást [12].

A budapesti Szent István Bazilikát tervezte, és az építkezést haláláig vezette a magyar reformkor legnagyobb építész, Hild József (1789-1867). Munkáját Ybl Miklós vette át, ám nem sokkal később, 1868-ban beomlott a szentély fölé emelt, hatalmas kupola. Ybl szerint a szerencsétlenségben egyaránt szerepeltek tervezési és építési melléfogások. Petzval a boltívek méretezési hibáit ítélte súlyosabbnak, jóllehet a tervek ellenőrzésében és jóváhagyásában komoly szerepet kapott a pesti egyetemen sok éve vezető professzor, az ő Ottó öccse is.

Petzval csak idős korában kötött házasságot, házvezető nőjét vette feleségül. Gyermeük nem született, és a különösen csinos, fiatal hitves rövid időn belül meghalt.

A tragikus veszteség mellett az is súlyosan érintette a tudóst, hogy távollétét kihasználva a lakásába rablók törtek be. Számottevő zsákmányt nem találtak, vélhetőleg ezen



5. ábra: Vívóállásban, a jobb oldalon Petzval József (1860-65 körül) [10]

megfontolásokkal kiegészítve javasolta az osztrák hadsereg felszerelésének több módosítását. A lovassági kard jobb súlyeloszlása a fegyver biztonságosabb megfogását segítette; a kincstári nyereg átalakítása a lónak és lovasának egyaránt kedvezett.

Sok évszázadon át eldöntetlen kérdés volt, hogy a vágató ló mozgása közben van-e olyan pillanat, amikor az állat valamennyi lába a levegőben van. A választ Petzval is

feldühödve szinte valamennyi ingóságot tönkretettek. A sok évtized tudományos munkásságának dokumentumai, kéziratai csaknem mind elpusztultak.

Élete utolsó időszakában a mind súlyosabb betegségekkel küzdő professzort egy műveletlen házaspár gondozta – akik a hagyaték maradékait is nagy részben veszni hagyták. Temetésén alig néhányan vettek részt, emlékezete gyorsan elenyészett. 1901-ben azonban tiszteletére a bécsi egyetem nagy emlékkonferenciát rendezett, majd az osztrák főváros 1904-ben díszsírhelyre helyezte át maradványait.

Petzval élete túlnyomó részét Bécsben töltötte, azonban mindig „magyar honuk hű fiának” vallotta magát. Magyarországi emlékezetét két alapos életrajz és néhány, főleg a fotózással kapcsolatos munkásságát ismertető cikk mellett csupán egy rövid utca neve őrzi. Igaz, ebben az utcában volt a magyar finommechanika és optika egyik világszerte elismert kiválósága, az 1920-tól az 1993-as felszámolásáig működött Gamma Finommechanikai és Optikai Művek központi gyáregysége. Az utca névadására Petzval születésének 150. évfordulóján, a kor egyik legkiválóbb szakembere, Majoros Sándor (1906-1970) javaslatára került sor [13]. Az eredeti Petzval optikák szakszerű bemutatását Barabás János (1900-1973) [14] cikke ismerteti.

És azt se feledjük: a 3176 számú kisbolygó és a Hold egyik krátere is Petzval nevét viseli.

Laczik Bálint

Irodalomjegyzék

- [1] Pesti Vizsgáló, 1835. május 21.
- [2] Pesti Vizsgáló, 1835. június 4.
- [3] Library of Congress: Prints & Photographs Online Catalog: A photographer appears to be photographing himself in a photographic studio, <https://loc.gov/pictures/resource/cph.3a20638/> (utolsó megtekintés dátuma: 2026.05.18.)
- [4] prof. Joseph Petzval: Bericht über die Ergebnisse einiger

- dioptrischer Untersuchungen, Hasonmás kiadás, Budapest, Akadémiai Kiadó, 1975 (Eredeti kiadása: Pesth: Hartleben, 1843. — BME, 21.942.)
- [5] Ács T.: Bolyai János új arca – a hadi mérnök, a Magyar Tudománytörténeti Szemle Könyvtára 30. kötet, Budapest, 2004.
- [6] Seress J.: Petzval József 1807-1891, Budapesti Műszaki Egyetem Központi Könyvtára, Budapest, 1954.
- [7] Antal Á.: Néhány gondolat a Petzval-évforduló kapcsán, Természet Világa (Természettudományi Közlöny) 139. évf. 1999. 10. füzet 478-479. o.
- [8] Anweisung zum Gebrauche de neuen Daguerreotyp-Apparates zum Portraittiren, nach der Berechnung des Herrn Professor Petzval, ausgeführt von Voigtlander und Sohn: <http://www.photohistory.at/voigtlaender.htm> (utolsó megtekintés dátuma: 2026.05.14.)
- [9] Kondor G.: A részletes külzeléki egyenletek egésze-rlése, Akadémiai Értesítő 1860-as 1. kötet, 141-235. o.
- [10] Monoskop honlap: Joseph Petzval: https://monoskop.org/Joseph_Petzval (utolsó megtekintés dátuma: 2026.05.14.)
- [11] Erményi L. (ford. Erményi E.): Petzval József élete és érdemei, Matematikai és Fizikai Társulat, Budapest, 1906. Reprint kiadás, ISBN: 978 - 963 - 7377 - 25 - 9
- [12] A. von Obermayer: Aus den Vorlesungen Josef Petzvals über Ballistik, 282-313, Zeitschrift für Mathematik und Physik Bd. 56 1908
- [13] Majoros S.: Megemlékezés Petzval Józsefről születésének 150. évfordulója alkalmából, Kép és Hangtechnika, 1957 2. szám, 34-37. o.
- [14] Barabás J.: Petzval-objektívek, Kép és Hangtechnika, 1957 2. szám, 38-39. o.
- [15] Konkoly P.: Petzval életének első húsz éve a Szepességben, Fizikai Szemle XLV évf. Budapest, 1995 1. szám 16. o.
- [16] J. Petzval: Integration der linearen Differentialgleichungen mit constanten und veränderlichen Coefficienten, 2 Bände, Wien, 1853, 1859
- [17] L. Erményi: Petzvals Theorie der Tonsysteme, Zeitschrift für Mathematik und Physik 51. Band, Leipzig, 1904, 281-332. és 341-410. p.

¹³ Majoros a Gammában kezdte szakmai pályafutását, majd 1950-ben az Optikai Kutató Laboratóriumban készítette el a 208 fokos látószögű katonai megfigyelő eszközt, az egyik legjobb „halszem-optikát”. Másik, fontos találmánya az orvosi diagnosztikában testüreg vizsgálatokhoz használatos panoráma-endoszkóp.

¹⁴ Barabás a Gamma mérnökeként kezdett dolgozni, később az Optikai Kutató Laboratórium munkatársa lett, egyetemi és főiskolai oktató tevékenysége mellett legfőképpen fényképező gépek tervezésével foglalkozott.

Könyvismertetés: Dr. Szabó Barna: Bridging the Gap

Book Review: Dr. Barna Szabó: Bridging the Gap

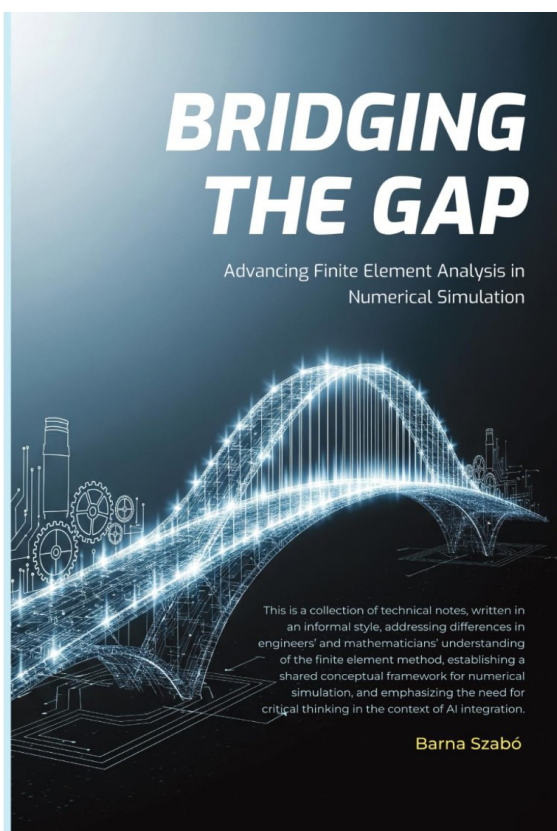
Dr. Szabó Barna „Bridging the Gap: Advancing Finite Element Analysis in Numerical Simulation” című könyve a modern mérnöki gyakorlat egyik legfontosabb, ugyanakkor gyakran félreértett területét vizsgálja: a numerikus szimulációk és a fizikai valóság kapcsolatát. A mű nem hagyományos tankönyv, hanem gondolatébresztő, esszé-szerű technikai jegyzetek gyűjteménye, amely kritikai szemlélettel közelíti meg a végeselem-módszer (FEM) alkalmazását.

A szerző alapvető tézise szerint a mérnöki gyakorlatban egyre nagyobb szerepet kapó szimulációk mögött komoly fogalmi és módszertani hiányosságok húzódnak meg. A könyv címe – „Bridging the Gap” – arra a szakadékra utal, amely a végeselem módszer intuitív alapon művelt mérnöki gyakorlata és annak tudományosan megalapozott elméleti alapjai között fennáll. Ez a szakadék nem csupán technikai, hanem szemléleti probléma is.

A kötet egyik legfontosabb újítása a terminológia kritikája. Szabó professzor rámutat arra, hogy számos, a szakmában elterjedt fogalom – mint például „physics-based model”, „physics-informed model” vagy „computational model” – pontatlan és félrevezető. A könyv hangsúlyozza, hogy a fizikai valóságot közvetlenül nem modellezzük, hanem annak matematikai reprezentációját hozzuk létre, amely mindig közelítés. Ez a szemléletváltás alapvető jelentőségű a szimulációk helyes értelmezésében.

Különösen fontos a végeselem-modellezés és a végeselem-analízis közötti különbségtétel. A szerző szerint a gyakorlatban alkalmazott FEM-modellezés sokszor inkább tapasztalati, intuitív folyamat, míg a végeselem-analízis a matematika szigorú eszköztárára épül. Ez a különbség magyarázza, hogy a szimulációk miért vezetnek gyakran pontatlan vagy félrevezető eredményekhez.

A könyv részletesen tárgyalja a verifikáció és validáció kérdéskörét is. A szerző világosan elválasztja a numerikus megoldás helyességének ellenőrzését (verifikáció) attól a kérdéstől, hogy maga a modell megfelelően írja-e le a valóságot (validáció). Ez a megkülönböztetés a modern mérnöki gyakorlat egyik kulcskérdése.



A fenti gondolatokat tovább mélyítve kiemelendő, hogy a numerikus szimuláció és a fizikai anyagvizsgálat közötti kapcsolat nem pusztán módszertani kérdés, hanem a mérnöki megbízhatóság alapja. A könyv hangsúlyozza, hogy a validációs folyamat során a kísérleti adatok nemcsak ellenőrzésre szolgálnak, hanem a modellek fejlesztésének és validációjának aktív részét képezik.

Ebből következően a szimulációk helyes alkalmazása megköveteli a mérési adatok strukturált gyűjtését, statisztikai értelmezését és visszacsatolását a matematikai modellekbe. Ez a szemlélet különösen fontos az anyagvizsgálat területén, ahol a mérési bizonytalanságok és anyagheterogenitások jelentős hatással vannak az eredményekre.

A könyv által bevezetett szimulációirányítási (simulation governance) megközelítés lehetővé teszi, hogy a vállalatok a szimulációkat ne izolált eszközként, hanem integrált döntéstámogató rendszerként alkalmazzák. Ez jelentős előrelépést jelent a hagyományos, tapasztalati alapú modellezési gyakorlathoz képest. Ezáltal a „simulation governance” koncepció hangsúlyozása a könyv egyik további újdonsága. Ez a megközelítés a szimulációk tudatos, szervezeti szintű irányítását jelenti, amely biztosítja a modellek megbízhatóságát és a döntések megalapozottságát. A szerző szerint ez a jövő egyik kulcsterülete.

A szerző rámutat arra is, hogy a jövő mérnöki kihívásai – különösen az új anyagok és komplex rendszerek esetében – csak akkor kezelhetők hatékonyan, ha a numerikus és kísérleti módszerek szoros együttműködésben működnek. Ez a megközelítés egyben új szerepet is kijelöl az anyagvizsgálók számára a digitális mérnöki környezetben. Ezáltal a könyv jelentősége az anyagvizsgálati szakma számára kiemelkedő.

A kötet egyik legérdekesebb és legfontosabb fejezete a mérnöki felelősség kérdését vizsgálja („Where do you get the courage to sign the blueprint?”). Szabó professzor rámutat arra, hogy a szimulációk eredményeire alapozott döntések komoly kockázatot hordoznak, ha azok megbízhatósága nincs megfelelően igazolva. A kizárólag szimulációra vagy kizárólag kísérletekre építő megközelítés egyaránt hibás; a helyes út ezek tudatos kombinációja.

A tartalomjegyzék alapján a kötet rendkívül széles témakört ölel fel: a fogalmi alapoktól kezdve a modellezési hibákon és azok következményein át a digitális ikrekig és a mesterséges intelligencia (AI) szerepéig. Külön figyelmet érdemel az AI kritikája, amely szerint az algoritmusok nem helyettesítik a mérnöki gondolkodást, sőt, annak szerepe tovább erősödik.

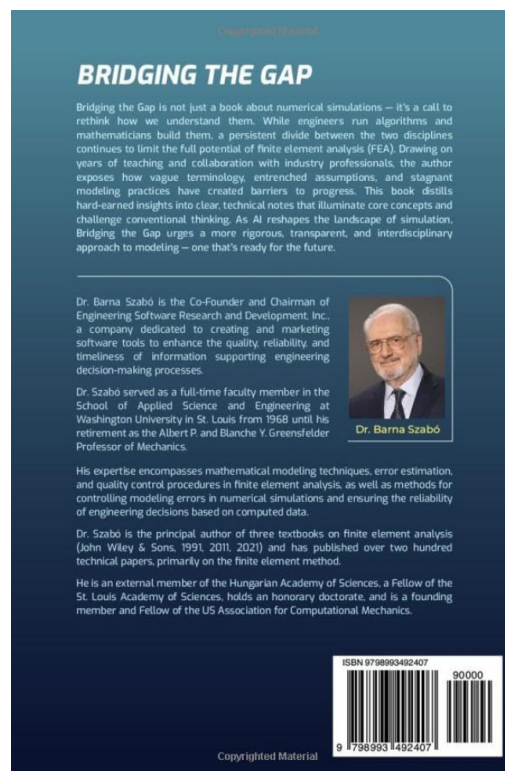
A Bridging the Gap röviden, de határozottan kitér a jelenkor egyik legmeghatározóbb technológiai folyamatára: a mesterséges intelligencia integrációjára a mérnöki munkafolyamatokban. Ahogy az AI egyre mélyebben beépül és átformálja a szimuláció ökoszisztémáját, a könyv alapvetése szerint a fundamentális fizikai összefüggések ismerete és a kritikai gondolkodás iránti igény nemhogy csökkenne, hanem drasztikusan megnő. A kötet szorgalmazza egy sokkal szigorúbb, elméletileg átláthatóbb és interdiszciplinárisabb modellezési megközelítés kialakítását – egy olyat, amely megfelelően felkészült a jövő mesterséges intelligencia által dominált világára, és amelyben az adatok érvényességének vizsgálata továbbra is a mérnöki munka megkerülhetetlen alapja marad.

Dr. Szabó Barna¹ a számítógépes mechanika nemzetközileg elismert kutatója, aki több mint hat évtizedes pályafutása során a mérnöki gyakorlat és az alkalmazott matematika összekapcsolásán dolgozott. Tanulmányait Kanadában és az Egyesült Államokban végezte, majd a Washington University professzoraként vált a terület meghatározó alakjává.



Legjelentősebb hozzájárulása a végelem-módszer p-verziójának kidolgozása. Szabó és kutatótársai (köztük Ivo Babuška és Ernst Rank) által kifejlesztett p-verzió, a h-verziós végelem-módszerek hálósúríttése helyett rögzített, ritkább végelem-hálózatot használ, és a pontosságot az elemek felett definiált bázisfüggvények (alakfüggvények) polinomfokának (a "p" értéknek) hierarchikus és szisztematikus növelésével éri el, amely lehetővé teszi a numerikus hibák szigorúbb becslését és a szimulációk megbízhatóságának növelését. Bemutatták, hogy a h és p módszer optimális kombinálása exponenciális konvergenciához vezet. Szabó professzor több mint 200 publikáció szerzője, társszerzője a végelem-analízis alapműveinek, valamint az ESRD vállalat társalapítója, ahol a p-verzió alapuló StressCheck szoftver fejlesztése zajlik. Tudományos és ipari munkássága egyaránt hozzájárult ahhoz, hogy a numerikus szimuláció ma megbízható mérnöki eszközzé válhasson.

A „Bridging the Gap” egy rendkívül aktuális és hiánypótló mű, amely új megvilágításba helyezi a numerikus



szimuláció szerepét a mérnöki gyakorlatban. A könyv markánsan rávilágít, hogy a numerikus szimuláció a 21. században többé nem kezelhető pusztán szoftveres rutin-feladatként, és a vele járó biztonsági felelősség nem delegálható teljes mértékben a számítógépes programokba kódolt matematikai szoftverekre. A heurisztikus modellezés és a tudományosan megalapozott numerikus analízis közötti éles megkülönböztetés, a verifikáció és validáció transzparens szétválasztása, valamint az ezeket összefogó simulation governance szigorú intézményesítése az ipari vállalatok jövőbeli túlélésének alapvető záloga.

Az anyagvizsgálati szakma – a laboratóriumok vezetői, a vizsgáló mérnökök és minőségügyi szakemberek – számára ez a könyv felbecsülhetetlen értékű intellektuális megerősítést jelent. Alátámasztja azt a tényt, hogy a legkorszerűbb mérnöki szimuláció gyökerei és határai kizárólag a fizikai valóság megértésében és precíz mérésében rejlenek. A fizikai kísérletek gondos megtervezése, az adatok rigorózus gyűjtése és ezek integrációja a végelem-modellek tudományos validációjába képezi azt a hidat (the gap bridged), amely a virtuális tervezőasztaltól a biztonságosan és megbízhatóan működő fizikai szerkezetekig vezet. A könyv további, részletekbe menő feldolgozása és bemutatása az Anyagvizsgálók Lapja következő lapszámaiban részletesebb kifejtést nyer.

Dudra Judit, PhD, vezető mérnök
Szávai Szabolcs, PhD, divízió vezető
AEMI Atomenergia Mérnökiroda Kft., Mérnöki Divízió

¹ Tóth László: Ifjan, éretten, öregén : 85 kérdés-válasz nyolc és fél évtizedről / Szabó Barna URL: <https://mek.oszk.hu/23700/23757> (utolsó megtekintés: 2026.05.08.)

MOL Petrolkémia Zrt. Meghibásodási Archívuma – 4. rész

MOL Petrochemicals Ltd. Failure Archive – Part 4



Szelektív kioldódás, helyi korrózió

Anyagminőség: KO36

Üzemeltetési körülmények:

Közeg: salétromsav

Az abszorpciós torony alsó részén a hegesztés során az összeolvadási zónában a Ti kiégett, a Cr kioldódott a szemcsehatáron és Cr-karbidokat képzett, lecsökkentve a korrózióval szembeni ellenállóságot. A torony alsó részén a legnagyobb a savkoncentráció, itt a legnagyobb a korrózió sebessége. A hegesztési varratok mentén késél alakú bemaródás és átlukadás keletkezett.



Szigetelés alatti korrózió

Anyagminőség: St35.8

Károsodott felület a szigetelés alatt jelen lévő vízzel érintkezik.

Üzemeltetési körülmények:

Közeg: metán
 $p_s = 6 \text{ bar}$,
 $t_u = 170^\circ \text{C}$.

A nem megfelelő kialakítású szigetelés miatt rosszul záródó részekben a csapadék bejutott a csomk külső felületéhez, ott megrekedt és a pangó csapadék intenzív korróziós felvékonyodást okozott. A külső és a közeg okozta belső korrózió együttes hatására a csomk letört.



Kifáradás

Anyagminőség: Ötvözött acél

Üzemeltetési körülmények:

A szerelések során a turbina fedélszorító csavarok meghúzási nyomatékait nem ellenőrizték. A törött csavar előfeszítése vélhetően nagyobb volt a többinél és meghúzáskor az esztergált menettőnél repedés keletkezett. Az üzemi ciklikus fárasztó igénybevétel hatására a repedés törésig fejlődött.



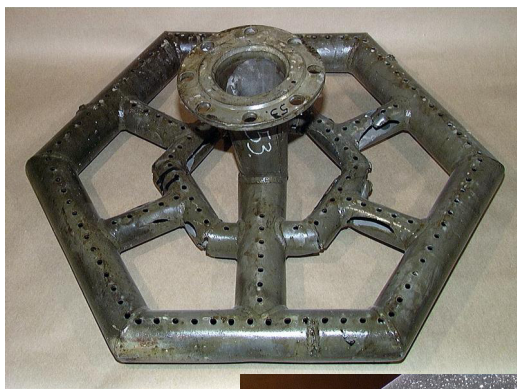
Fagyás okozta repedés

Anyagminőség: St35

Üzemeltetési körülmények:

Közeg: kondenz víz

A folyadék fázis stagnálása miatt téli időszakban fagyás keletkezett, amely deformálta és hosszirányba szétrepesztette a csővezetékét.



Feszültségkorrózió + Sav okozta korrózió

Anyagminőség: KO36

Üzemeltetési körülmények:

Közeg: salétromsav

A semlegesítő reakciós térben a nagy gáz és folyadékterhelés hatására kialakult turbulens áramlás és a – salétromsav egyenletes elosztására szolgáló – savrózsa kialakítása miatt húzófeszültségek keletkeztek.

A húzófeszültség feszültségkorróziót, a beáramló híg salétromsav pedig savas korróziót okozott. A korrózió sebességét gyorsította a reakciós zóna 120 °C-os hőmérséklete.



Kifáradás

Anyagminőség: 42CrMo4V

Üzemeltetési körülmények:

Az extrúder indítása során a fogaskerék hajtómű kis fordulatszáma beforgatás után hirtelen kapcsolódik a főmotor üzemi fordulatszáma. A hajtómű működése során terhelhetőségének felső határán üzemel, indításkor ezt túl is lépi. A fokozott igénybevétel és az indításkor fellépő dinamikus hatások miatt a fogaskerék tengelye fáradásos törést szenvedett.



Szigetelés alatti korrózió

Anyagminőség: Szénacél

Károsodott felület vízzel érintkezik.

Üzemeltetési körülmények:

Több éven keresztül használaton kívüli csővezeték újbóli üzembe vétele előtt az állapotellenőrzéshez a szigetelés lebontásra került.

Az üzemszünet alatt a szigetelés alá befolyt, pangó csapadék intenzív szigetelés alatti korróziós károsodást okozott.



Erózió

Anyagminőség: ASTM A403 WP321H

Károsodott felület vegyipari benzinnel érintkezik.

Üzemeltetési körülmények:

Közeg: vegyipari benzin
 $p_s = 4 \text{ bar}$,
 $t_0 = 650 \text{ °C}$.

Pirólizáló kemence konvekciós téri csőköteg csőve – a korábbi koksztalanítási eljárások során a csőfal belső felületéről leváló lerakódott koks-szemcsék áramlása következtében – eróziós falvékonyodás miatt kilyukadt. A kiáramló benzin meggyulladt és további károsodásokat okozott.



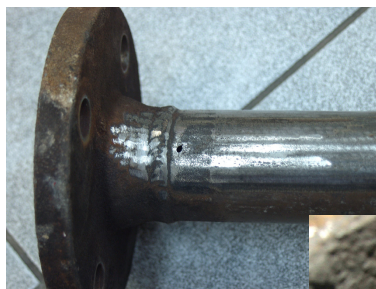
Erózió

Anyagminőség: St37.0

Üzemeltetési körülmények:

Közeg: $p_s = 5 \text{ bar}$,
telített gőz $t_u = 150 \text{ °C}$.

Károsodott felület telített vízgőzzel érintkezik.



Lerakódás alatti korrózió

Anyagminőség: St35

Károsodott felület a szigetelés alatt jelen lévő vízzel érintkezik.

Üzemeltetési körülmények:

Közeg: $p_s = 12 \text{ bar}$,
vegyipari benzin $t_u = 110 \text{ °C}$.

Benzin vezeték átalakítása során a beépített passzdarab nagyobb átmérőjű és kisebb falvastagságú volt, mint az eredeti cső. Emiatt a passzdarab alsó része mélypontként viselkedett és a lekondenzálódott gőz keveredve a benzinnel lokális gödrösödést, majd tömörtelenséget okozott.



Ridegtörés

Anyagminőség: Szénacél

Üzemeltetési körülmények:

Az extrúder túlmelegedése által okozott hőtágulás a hengeres részen található távolságtartó gyűrűt szétfeszítette és az ridegen eltört.



Galvánkorrózió + Sav okozta korrózió

Anyagminőség: Szénacél

Üzemeltetési körülmények:

Közeg: kénsav

A kénsav tartály alatti kármentő medencében a szerelvények tömörtelenségéből adódóan összegyűlt kénsav a csapadék által felhígult. A korrózív közegben elektrokémiai korrózió alakult ki a leürítő vezetéken.

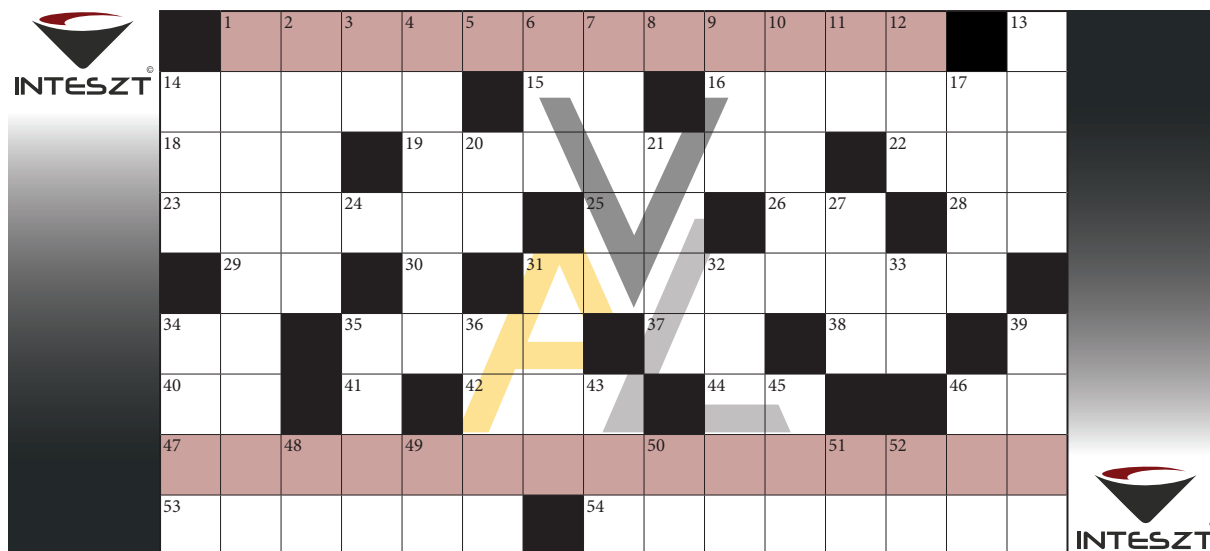
Összeállította:

Kocsis-Galuska Anna

Joó Gyula

MOL Petrolkémia

Anyagvizsgálók Lapja keresztrejtvény



Vízszintes

1. Megfejtés 1

13. Az ábécé második betűje
14. Aratást előzi meg
15. Falu vége!
16. Hemingway keresztnéve
18. Nem ül
19. Pintyfélé
22. Hazai olajipari nagyvállalat
23. Hazai vegyszergyár
25. Német Rt.
26. Nugát eleje!
28. Szekér elé kötik
29. Gyógyszergyárunk rövidítése
30. Római 50
31. Egyszerű vizlelőhely
34. Nem ki
35. Francia nagyváros
37. Rügyezés kezdete!
38. Koreai Köztársaság internetes tartománykódja
39. Magyar autók jele

40. Amerícium
41. Magas hangrendű magánhangzó
42. Egyik minisztériumunk betűjele
44. Tarló közepe!
46. Pályaúdvár röviden
47. Megfejtés 2
53. Leguán idegen neve,
54. Fuvaros.

Függőleges

1. Megijed
2. Számtani középérték
3. Egyiptomi isten
4. Szárazság
5. Mássalhangzó
6. Ellenőrzés röviden
7. Kása fajta
8. Kötőszó
9. Végén érzékelhetőek!
10. Olaj fajta
11. Helyhatározó toldalék
12. Tagadó szó

13. Síkidom része
14. Erődítmény
17. Duna menti város
20. Gyilkol
21. Orosz férfinév
24. Nitrogén
27. Község Veszprém megyében
31. Nő rokon
32. Török díszes sírhely
33. Férfi megszólítása
34. Román váltópénz
35. Felvidéki város
36. Város Miskolci járásban
39. Madár elkergetése
43. Tisztít
45. Furat népiesen
46. Amerikai költő
48. Mutatás eleje!
49. Angol határozatlan névelő
50. Alakzat része!
51. Végül is persze!
52. Török felségjel

A helyes megfejtők között az **INTESZT Méréstechnika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.** 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: **2026. július 3.**

A 2025/IV. lapszám keresztrejtvényének nyertese: Zsíros Zsombor

Buehler kínálatunk

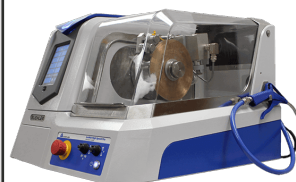


ABRAZÍV VÁGÓGÉPEK

Buehler AbrasiMet XL Pro

Több típusban elérhetőek:

- Asztali vagy padlótelepítésű verzió
- Manuális és/vagy automata kialakítás
- Smartcut: túlterhelést elkerülő funkció
- Dupla tárcsás verzió is elérhető
- Nagy méretű minták vágása
- Strapabíró, könnyű kezelhetőség
- Nagy teljesítmény
- Metódok elmentése



PRECÍZIÓS VÁGÓGÉP

Buehler IsoMet High Speed

Több típusban elérhetőek:

- Manuális vagy automata
- Teljes programozhatóság
- Smartcut funkció
- Minimális minta deformáció
- Érintőképernyős vezérlés
- intuitív felhasználói felület



CSISZOLÓ-POLÍROZÓ GÉP

Buehler AutoMet 300 Pro

Több típusban elérhetőek:

- Automata vagy manuális készülék
- Egy vagy kéttárcsás változat
- Vízcsővel rendelkezik
- Érintőképernyős felület
- Mintaelőkészítési metódok
- Felszerelhető és teljesen integrálható automata szuszpenzióadagolóval



MELEG MINTABEÁGYAZÓ PRÉS

Buehler SimpliMet 4000

Jellemzői:

- Pár perc alatt kész a beágyazott minta
- Duplex térelválasztás
- 40 fokra visszahűtött mintát kapunk



KEMÉNYSÉGMÉRŐ BERENDEZÉS

Buehler Wilson UH4000 Keménységmérő

Több típusban elérhetőek:

- Rockwell keménységmérők
- Brinell keménységmérők
- Vickers keménységmérők
- Univerzális keménységmérők melyek Rockwell, Brinell, Vickers és Knoop mérésekre egyaránt alkalmasak
- A lenyomat leolvasása történhet manuálisan, elektronikusan vagy teljesen automatikusan (CCD kamera)

Hordozható keménységmérők:

- Visszapattanásos (LEEB) vagy ultrahangos (UCI) mérési elv alapján

Több mint 20 év műszer forgalmazási-, szerviz-, műszaki tanácsadói- és oktatói tapasztalat áll mögöttünk. Az alábbi főbb területekre szállítunk mérőberendezéseket:



FÉMVIZSGÁLAT

Mechanikai vizsgálatok, keménységmérés, metallográfia, összetétel-elemzés, thermoanalitika



MŰANYAG- ÉS GUMIVIZSGÁLAT

Mintaelőkészítő, feldolgozó gépek, műanyagvizsgálat, gumivizsgáló eszközök



KÖRNYEZET SZIMULÁCIÓS VIZSGÁLAT

Klímakamrák, korróziós kamrák, napfény szimulációs kamrák, rázógépek, szárítószekrények



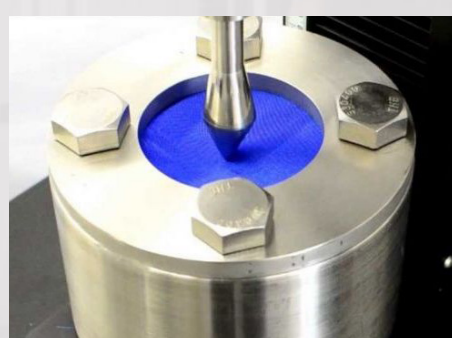
FESTÉKVIZSGÁLAT

Bevonatvizsgálók, vizuális vizsgáló berendezések, fizikai- és mechanikai vizsgálóeszközök stb.



ÉPÍTŐIPARI VIZSGÁLAT

Betonvizsgálók, cement- és habarcsvizsgálók, szakítógépek, talaj- és kőzetvizsgálók stb.



PAPÍR, FÓLIA ÉS TEXTILVIZSGÁLAT

Papír- és dobozvizsgáló gépek, dinamikus vizsgálóberendezések, textilvizsgáló berendezések stb.



I-SCAN FELÜLETI NYOMÁS MÉRŐ ESZKÖZÖK

Az I-Scan™ olyan eszközöket biztosít, amelyek részletesebb és magasabb minőségű elemzést tesznek lehetővé, mint a hagyományos nyomásérzékelő technológiák.



INTESZT Méréstechnika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

Központ: H-1113 Budapest, Nagyszőlős utca 39.

Tel: 06 (1) 468 3798 / 06 (1) INTESZT / Fax: 06 (1) 468 3799

e-mail: info@inteszt.hu web: www.inteszt.hu