

ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

2009/III. lapszám

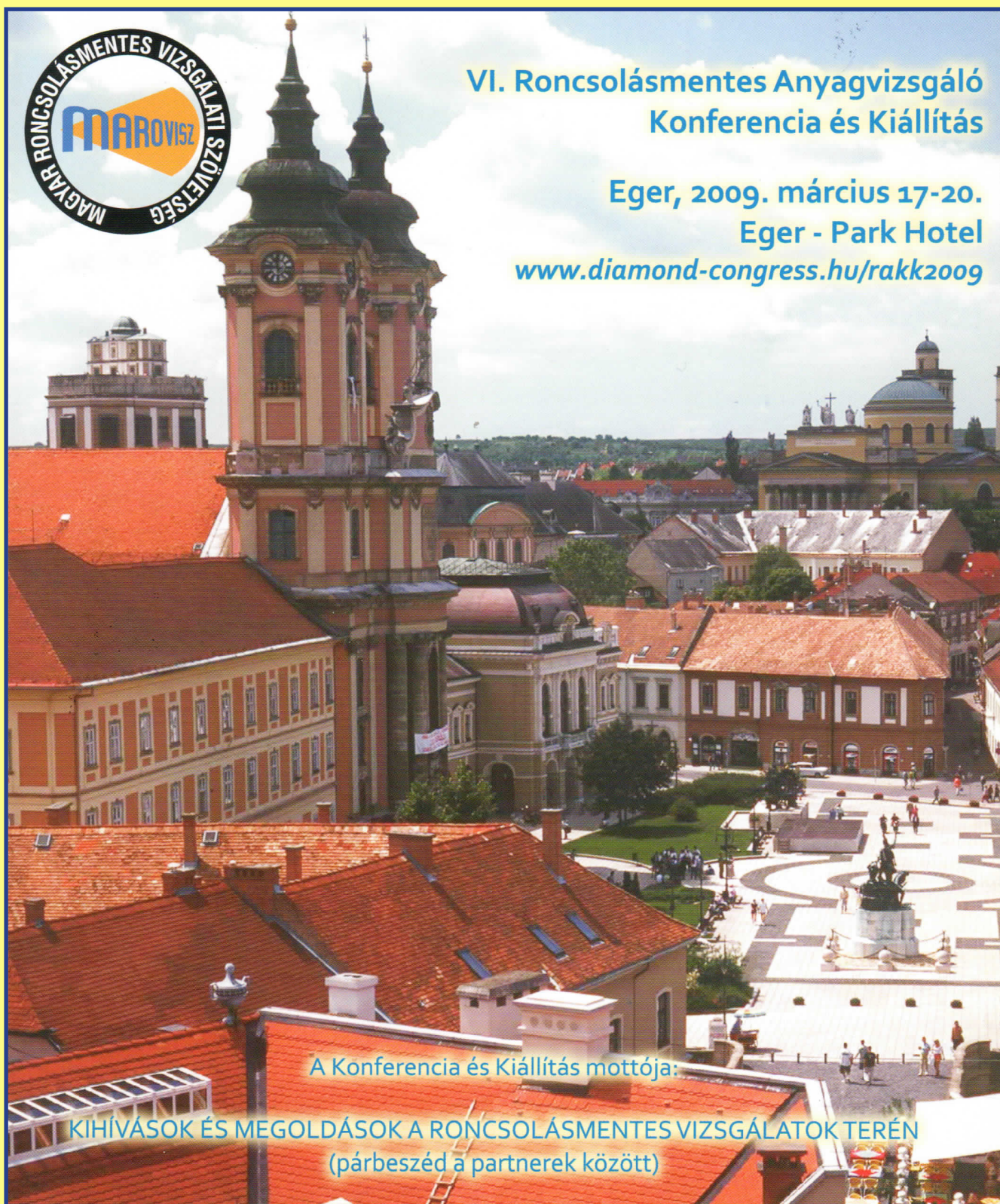


VI. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló
Konferencia és Kiállítás

Eger, 2009. március 17-20.

Eger - Park Hotel

www.diamond-congress.hu/rakk2009



A Konferencia és Kiállítás mottója:

KIHÍVÁSOK ÉS MEGOLDÁSOK A RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK TERÉN
(párbeszéd a partnerek között)

JEGYZET - NOTE

GILLEMOT László	80
Bucsu egy nehéz évtől Farewell to a difficult year	

BESZÁMOLÓK - ACCOUNTS

TRAMPUS Péter	83
Beszámoló a 17. Roncsolásmentes Vizsgálati Világkonferenciáról Report on 17th Non-destructive Testing World Conference	

ANYAGSZERKEZET-VIZSGÁLAT - INVESTIGATION OF STRUCTURE

CSIZMADIA Ferencné, SOLECKI Levente, SZERENCSI Richárd	96
Gömbgrafitos öntöttvas superfiniselt felületének vizsgálata Study of superfinished nodular cast iron surface	
BÍRÓ Tamás, DÉVÉNYI László	100
Melegsizlárd acélok károsodásvizsgálatának metallográfiai módszerei Metallographic methods of damaging of heat resistant	
SZABÓ Andrea	106
Zárványosság meghatározása klasszikus módszerekkel (Zárványok 2. rész) Determination of Inclusions by Classical Methods (Inclusions, Part 2)	

MECHANIKAI VIZSGÁLATOK - MECHANICAL TESTS

MÁRKUS Dénes, NARANCSIK Zsolt	111
Szakítóvizsgálati próbatestek felületi érdességének hatása a vizsgálati eredményekre Effect of tensile test specimen surface roughness on the test results	

MŰSZERES ANALITIKA - ANALYSIS WITH INSTRUMENT

SZABÓ Mária, PALLÓSI József, Jerome BARRAQUE	117
Karbon-kén elemzés környezetvédelmi alkalmazásai Environmental protection application of the chemical analysis of carbon-sulphur	

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS - QUALITY ASSURANCE

FÜCSÖK Ferenc	123
Körvizsgálatok és felhasználásuk a laboratóriumok minőségirányításában Round robin tests and their applications in quality assurance of laboratories	

INTERNETFIGYELŐ - INTERNET MONITORING

GILLEMOT LÁSZLÓ, FÜCSÖK Ferenc	127
Anyagvizsgálati információk a világhálón Information of material testing on world wide net	
FÓTOS Réka	
Az Internet, mint információbázis - A kockázatalapú szemlélet, és karbantartás példáján keresztül The Internet as information base - Trough an example of risk base approach and maintenance	

Bucsu egy nehéz évtől

Minden híradás a válság évének nevezi 2009-et és – sajnos – joggal. Csökkent a nemzeti össztermék (GDP), visszaesett az ipari termelés, tervbe vett beruházásokat felfüggesztettek vagy meg is szüntettek. Ez természetesen kihatott a hazai anyagvizsgálók helyzetére, mert a vállalatok takarékoskodtak. Ez a takarékoság egyaránt megjelent a foglalkoztatásban (munkahelyek szűntek meg), a jövőt előkészítő akciók maradtak el (oktatás, beruházás) és ami még fokozottabban érintette az anyagvizsgáló szakmát, jelentősen csökkentek a vállalati megbízások összege.

Szóval nehéz év van mögöttünk.

Természetesen a számos nehézség ellenére a szakma döntő többsége „nem dobta be a törülközőt” és legalább a „túlélésre” játszott, vagy akár komoly sikereket ért el. Az Anyagvizsgálók Lapja elsősorban szakmai jellegű, de szívesen teret biztosít mindazoknak a kezdeményezéseknek, ötleteknek, amelyek előbbre viszik az anyagvizsgáló társadalmat.

A következőkben nem a nehézségeket kívánom ecsetelni, hanem néhány az év során megvalósult eredményt kívánok kiemelni, korántsem a teljesség igényével.

Az év kiemelkedő hazai eseménye a már hagyományos, VI. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferenciát és Kiállítást. A házigazda város a már jól megszokott Eger volt, de megrendezés körülményei sokkal jobban megfeleltek egy modern konferenciának, mint az előző években. Természetesen ennek ára volt, amit sajnos többen nem tudtak megfizetni, különösen az előzőekben már ecsetelt gazdasági helyzetben. Kevesebb résztvevő, kevesebb előadás. A – megítélésem szerint – döntő többségében színvonalas előadások kitöltötték a konferencia programját, sőt talán az egy kicsit szorosra is sikeredett. Igaz nem voltak párhuzamos szekciók, ami azzal az előnnyel járt, aki akarta, minden programon részt tudott venni.

A konferenciáról, annak szakmai programjáról egy ismertetés is található a jelen Válogatásban.

Az év jelentős eseménye volt, hogy megalakult az „ACADEMIA NDT INTERNATIONAL” (a Nemzetközi Roncsolásmentes Akadémia). Az Akadémia magyar tagja – a MAROVISZ ajánlásával és támogatásával – BALASKÓ MÁRTON. Azt hiszem, hogy a magyar anyagvizsgáló társadalom elismerésének lehet köszönni, hogy a 38 alapító között

Magyarország képviselője is ott van. [Anyagvizsgálók Lapja 19/2 p.49]

Ugyancsak a hazai anyagvizsgálat elismerését jelenti, hogy egy aktív anyagvizsgáló egyetemi tanári kinevezést kapott. Dr. TRAMPUS PÉTER a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, a Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszéken fogja oktatni és ezzel remélhetőleg egy új műhely nyílik a hazai anyagvizsgáló képzésben. A roncsolás mentes vizsgálatok terén kifejtett munkásságáért dr. TRAMPUS PÉTER az év végén GÁBOR DÉNES Díjat vehetett át az oktatási és kulturális minisztertől.



Hiller István átadja a díjat Trampus Péternek

Egy kicsit hosszabb történelmi visszatekintés alapján sok évtizedes szakmai munkásságáért, és a roncsolásmentes vizsgálatok oktatásában játszott kiemelkedő teljesítményéért, valamint társadalmi szerepvállalásáért TARNAI GYÖRGY „MAROVISZ Díjat” kapott.



A 2009. évi „MAROVISZ DIJ”-at Tarnai György (középen) kapta

Ami az Anyagvizsgálók Lapját illeti, számos nehézséget kellett és kell megoldani. Ezek azonban technikai jellegűek és nem pedig pénzügyi természetűek voltak. A Lap sikeresen átköltözött egy a MAROVISZ által bérelt szerverre és ez új lehetőségeknek ad szabad utat. Itt szeretnék köszönetet mondani a saját és - azt hiszem - a Lap minden olvasójának nevében KÖVÉR LÁSZLÓNAK, aki honlap gazdája volt, de körülményeinek változása miatt már nem tudta tovább vállalni a feladatot.

Néhány gond nehezítette a Lap megjelenését, így ebben az évben csak 3 szám készült el, de terjedelmében, a megjelentett cikkek számában azonban így is elérte az előző évek értékeit, azaz – megítélésem szerint – kiteszi akár a 4 számot is.

A Szerkesztő Bizottság igyekezni fog, hogy a jövőben a megjelenés ütemesebb legyen és ne forduljanak elő hasonló fennakadások.

Ezt a rövid visszatekintést abban a reményben zárom, hogy 2010 jobb év lesz, kevesebb nehézségről és még több sikerről lesz módomban beszámolni.

A Szerkesztő Bizottság és a magam nevében minden Olvasónak és a szakmában tevékenykedőnek eredményekben gazdag, Boldog Új Évet kívánok.

dr. Gillemot László
felelős szerkesztő

BESZÁMOLÓ A 17. RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATI VILÁGKONFERENCIÁRÓL

REPORT ON 17TH NON-DESTRUCTIVE TESTING WORLD CONFERENCE

TRAMPUS Péter

Kulcsszavak: Világ Konferencia, roncsolásmentes vizsgálatok

Keywords: World Conference, NDT, Non-Destructive testing

Előzmények

A 17. Roncsolásmentes Vizsgálati Világkonferencia (17th WCNDT) 2008. október 25. és 28. között került megrendezésre Sanghajban (Kína). A Nemzetközi Roncsolásmentes Vizsgálati Bizottság (*International Committee for Non-Destructive Testing, ICNDT*) négyéves ciklusban rendezett konferenciájának házigazdája a Kínai Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség volt. A konferenciával egyidejűleg a roncsolásmentes vizsgáló (továbbiakban RMV) eszközöket és szolgáltatásokat nyújtó cégek nagyszabású kiállítására is sor került. A konferencia résztvevőinek a száma megközelítette a 800 főt, a kiállító cégek száma meghaladta a 200-at. Amennyiben ezt összehasonlítjuk a legutóbbi európai RMV konferencia (Berlin, 2006) hasonló adataival, akkor a sanghaji konferencia adatai jelentősen a berlini alatt maradnak. Ezt azzal lehet magyarázni, hogy az eredetileg augusztus utolsó hetére meghirdetett rendezvényt a rendezőknek a kínai kormány nyár derekán kiadott utasítására két hónappal el kellett tolniuk. A Kínában meghirdetett valamennyi nemzetközi rendezvényre vonatkozó utasítás magyarázata az volt, hogy a pekingi olimpia és a tavaszi pusztító földrengés következményeinek a felszámolása olyan mértékben megterhelte a kormányt, amit nem lehetett tovább fokozni. Az időpont ilyen későn történő megváltoztatása sokaknak azt jelentette, hogy az új időpontot már nem tudták összehangolni a naptárjukban található egyéb programokkal, és ezért le kellett mondaniuk a részvételről.

Néhány statisztikai adat

A konferencia előadásait tizenkét párhuzamos szekcióban bonyolították le, a szekciók megnevezését és az egyes szekciókban elhangzott előadások számát az 1. táblázat mutatja. Látható, hogy a szekciókat RMV eljárás / módszer alapján szervezték, amely elvtől a szervezők csak néhány kisebb szekció esetében tértek el.

Az ultrahangos vizsgálatokkal foglalkozó előadások az összes előadások több mint harmadát tették ki, és az előadások jelentős hányada valamilyen speciális módszerrel foglalkozott (pl. fázisvezérelt technika, vezetett hullámok, TOFD). A hagyományos RMV eljárások szinte csak mutatóban voltak jelen a programban (lásd a 8., a 11. és a 12. szekcióban elhangzott előadások számát). Megjelent olyan RMV eljárás, amelynek ismeret-im szerint nálunk nem járatos (mágneses memória mérése).

A 2. táblázat földrészenként és országonként mutatja be az előadások számát. Azokban az esetekben, amikor egy előadást különböző országból érkező társszerzők jegyezték, mindkét országot feltüntettük. Számomra meglepő volt Amerika (nemcsak az USA) szerény részvétele. Ezzel szemben egyáltalán nem volt meglepő az ázsiai létszám fölény, talán Indiától vártam hangsúlyosabb jelenlétet. Az európai előadókat áttekintve Oroszország, Németország és az Egyesült Királyság gazdasági / technológiai súlyának megfelelően képviseltette magát, míg olyan országok, mint Norvégia, Spanyolország vagy Svédország észrevétlenek maradtak. A konferencián nem hangzott el magyar előadás.

Általános tendenciák

A konferencián elhangzott előadások tükrében biztonsággal kimondható, hogy a bemutatott témák jelentős többsége nem hagyományos, hanem speciális vizsgálati feladatok megoldására kifejlesztett RMV eljárásokkal foglalkozott, és ezek az eljárások nem „tucat” eljárások. A legigényesebb eljárások kifejlesztésének feltétele mindenütt egy moduláris felépítésű fejlesztő architektúra, ami képes a különböző technológiák, úgymint a magasan integrált mikroelektronika, a digitális technika és a számítástechnika integrálására. Észrevehetően kezd összemosódni a szoftver és hardver eszközök határa a mikroelektronikai eszközök egyre „intelligensebbé” válása eredményeként. A vékonyréteg technológia fejlődése odáig vezetett, hogy kvantumfizikai hatások is kimérhetők a mikroelektronikába jelfeldolgozás céljából beintegrált érzékelőkkel (*sensor-on-chip*).

Dr. Trampus Péter, professzor, MAROVISZ elnöke

1. táblázat. A konferencia szekciói és a szekciónkénti előadások száma

Szekció megnevezése	Előadások száma
Akusztikus emissziós vizsgálat	15
Átfogó RMV módszerek	6
Átfogó kutatások és alkalmazások a RMV területén	49
Számítógépes tomográfia és digitális radiológia	33
Elektromágneses módszerek	65
Infravörös termográfia	21
Mágneses memória	20
Mágneses vizsgálat	15
RMV technikák különféle csővezetékekhez és szerkezetekhez	6
RMV technikák új alkalmazásai	7
Optikai vizsgálat	5
Folyadékbehatolásos vizsgálat	4
Radiográfiai vizsgálat és számítógépes radiológiai vizsgálat	32
RMV áttekintése	9
Ultraszónus vizsgálat	109
Ultraszónus vizsgálat - Vezetett hullámok	30
Ultraszónus vizsgálat - Fázisvezérlés	30
Ultraszónus vizsgálat - Jelfeldolgozás	27
Ultraszónus vizsgálat - TOFD	7

Egyre több alkalmazási esetben jelenik meg az egyes RMV technikák integrált alkalmazása. Ez nem egyszerűen az ultraszónus és örvényáramos, vagy az örvényáramos és a mágneses, stb. módszerek egy készülékbe építése és egyidejű alkalmazása, hanem rendszerintegráció. Lényege, hogy a két vagy akár több eljárás alkalmazásához szükséges hardvert és szoftvert integrálja és integrált módon történik az adatok feldolgozása is. Az egyes eljárások hatékonysága nem alacsonyabb, mintha egyenként alkalmaznák őket; az adatfeldolgozás során megosztják a rendszer tartalékait (pl. közös képernyő), végül az adatok kiértékelésben is megjelenik az integrált közelítési mód azáltal, hogy egyetlen végkövetkeztetést szolgáltat. Neves készülékgyártók már kínálnak ilyen készülékeket. Egy kínai fejlesztésű készülék (EEC-2008) moduljait mutatja az 1. ábra [1].

Az ábrából látható, hogy a készüléknek két alapvető része van: egy speciális modul, amely integrálja a hét (!) RMV módszert, és egy közös modul, ami magában foglalja a jelek generálását, az A/D átalakítást, a számítógép processzort, az operációs rendszer szoftvert, a közös displayt, a

kommunikációs interfészt és az energia ellátást. A 2. ábrán példaként bemutatjuk az örvényáramos és a mágneses szórt fluxuson alapuló vizsgálat képernyőjét.

2. táblázat. Előadások száma országonként

Afrika		SzírIA	2
Algéria	4	Tajvan	10
Dél-Afrika	3	Thaiföld	2
Ghána	1	összesen	262
Marokkó	2	Európa	
Nigéria	1	Ausztria	4
Tunézia	1	Belgium	1
összesen	12	Bulgária	2
Amerika		Csehország	5
USA	37	Egyesült Királyság	37
Brazília	7	Fehéroroszország	5
Kanada	15	Finnország	2
Mexikó	1	Franciaország	16
Venezuela	2	Hollandia	9
összesen	62	Lengyelország	5
Ausztrália		Németország	44
Ausztrália	1	Olaszország	5
összesen	1	Oroszország	47
Ázsia		Románia	5
Dél-Korea	16	Spanyolország	1
India	8	Svájc	1
Irán	5	Szlovákia	1
Izrael	1	Szlovénia	1
Japán	28	Törökország	5
Kína	176	Ukrajna	1
Szingapúr	4	összesen	197

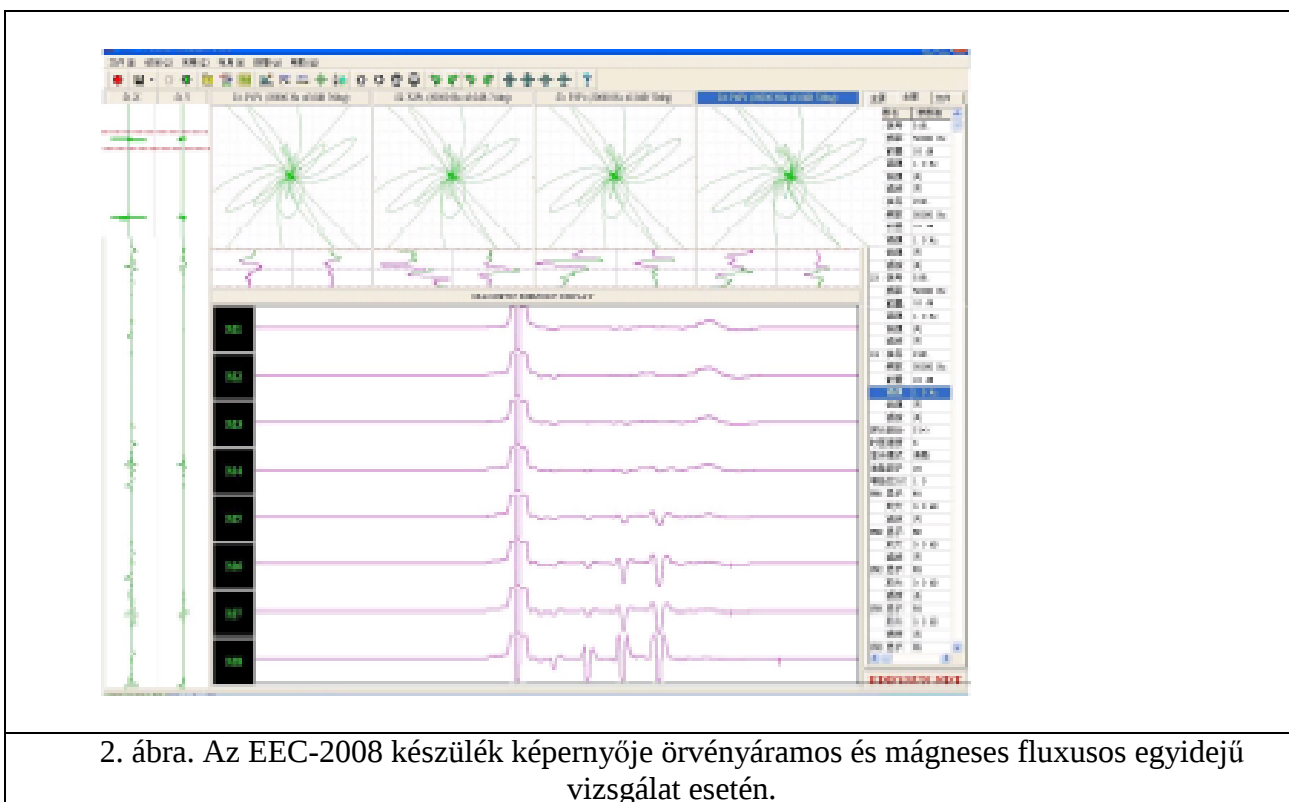
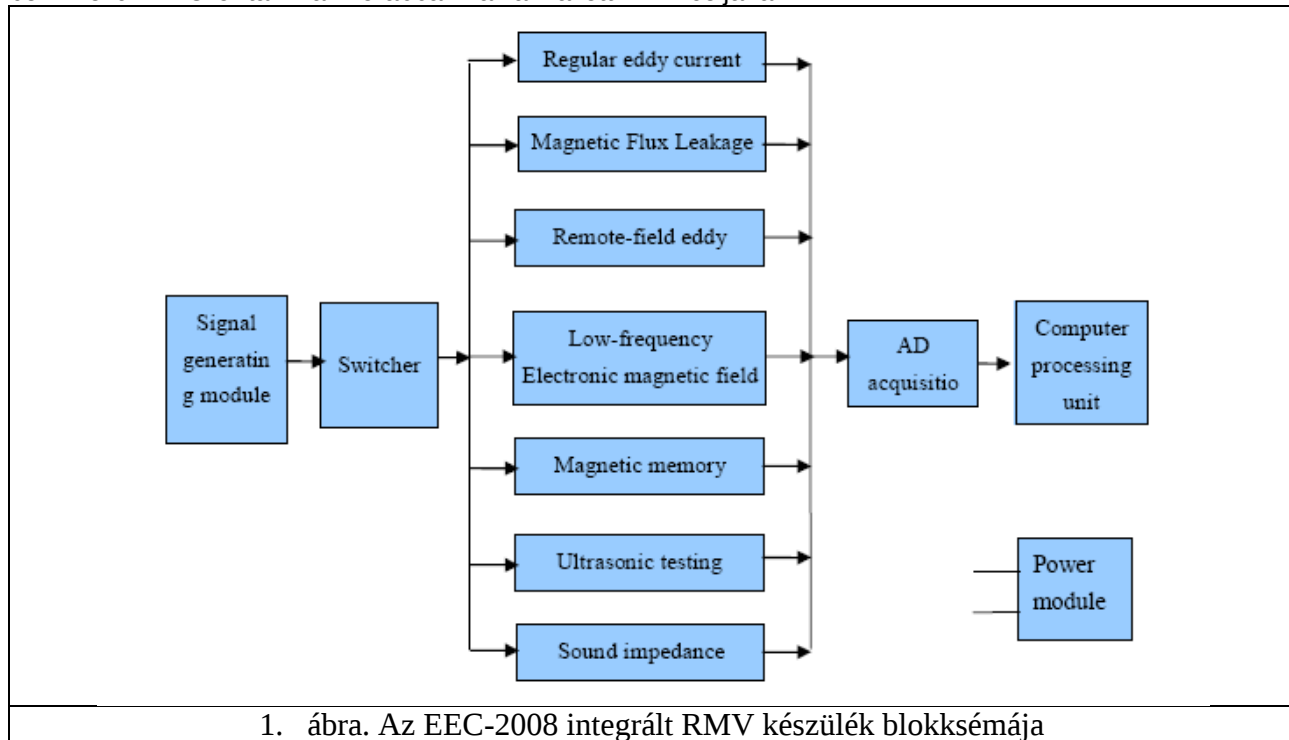
A műszaki megoldások integrálódásán túl jól kivethető az előírás rendszerek integrálódása, illetve globalizálódása. Egy előadás az RMV egységes minőségi rendszerével foglalkozott [2], ami az RMV minőségéhez szükséges infrastruktúrán alapul, 3. ábra. Az egyes dobozokban található elemek együttesen vezetnek el a kívánt minőséghez.

A minőségi rendszer egyik eleme a harmadik fél által végzett személyzettanúsítás. Ezen a téren egyre jobban kimondásra kerül az igény a releváns szabványok (ISO 9712, EN 473 és ANSI-ASNT CP-106) egymás felé közelítésére. A felsorolt szabványok ugyan tartalmazznak eltéréseket egymástól, de ezek nem jelentősek (pl. tematika, gyakorlat hossza, újratanúsítási követelmények), és az eltérések kompromisszumok árán kezelhetők.

Az általános tendenciák közé sorolható az is, hogy – ahogyan a fémek anyagok alkalmazását egyre inkább kiváltják nemfémek (kerámia, poli-

mer) anyagok, illetve ezek együttese, a kompozit, úgy – egyre nagyobb helyet foglal el az RMV palettáján a nem fémes anyagok, de különösen a kompozitok vizsgálata. Ez utóbbiak különösen a repülőgépek következő generációjának az építésben kezdik kiszorítani a korábban alkalmazott

könnyűfém ötvözeteket. Vizsgálatuk – heterogén struktúrájuk következtében - nem problémamentes, és a hagyományos RMV eljárások mellett új eljárások kifejlesztését is igénylik úgy a gyártóművi, mint az üzem közbeni vizsgálatok céljaira.



NDT system	Standards for	Procedures	Qualification	Inspection, Certification, Notified Bodies	Accreditation Bodies
PROCEDURES	Techniques	Job Specific Procedures; Capability Trials	Validation Performance Demonstration	Surveillance Audit Certification, e.g. EN ISO/IEC 17020	Accredited laboratories acc. EN ISO/IEC 17025 Accredited Inspection Bodies acc. EN ISO/IEC 17020
EQUIPMENT	Equipment Accessories Calibration	Proficiency Tests	Inspection Qualification e.g. ENIQ, ASME	Quality System Certification, e.g. ISO 9001	Accredited Personnel Certification Bodies acc. EN ISO/IEC 17024
PERSONNEL	Training Qualification Certification	Job Specific Training and Qualification	Letter of Intent Associations		
HUMAN FACTORS	Code of Ethics	Management and Planning (Riskbased)			

3. ábra. Az RMV minőségi infrastruktúrája.

A kompozitok esetében alkalmazott és fejlesztés alatt álló eljárások alapját a szemrevételezéses, az ultrahangos és az akusztikus (kopogtatáson alapuló) eljárások képezik. Az ultrahangos eljárásból fejlesztették ki az ún. akusztográfiát és az ultrahangos kamerát (*acoustocam*), amelyek képesek nagy területek ultrahangos térképének (közel) valós idejű megjelenítésére C-kép alkalmazása nélkül. Az első módszer esetében egy feszültségre érzékeny folyadék kristály anyag, a másodiknál egy piezoelektromos multiplexer konvertálja az ultrahangos információt optikai információvá. Az érintkezésmentes optikai eljárások közül a lézer interferometria és a dinamikus (hőhullámmal gerjesztett) infravörös termográfia is alkalmazásra kerül. A kopogtatáson alapuló (*tap testing*) módszerek műszerezett változatai is megjelentek. Ezek egyike egy gyorsulásérzékelőt használ a kopogtató műszer tömegeként, és a műszernek a kompozit szerkezettel való érintkezési idejét méri, ami korrelációba hozható a szerkezet merevségével [3].

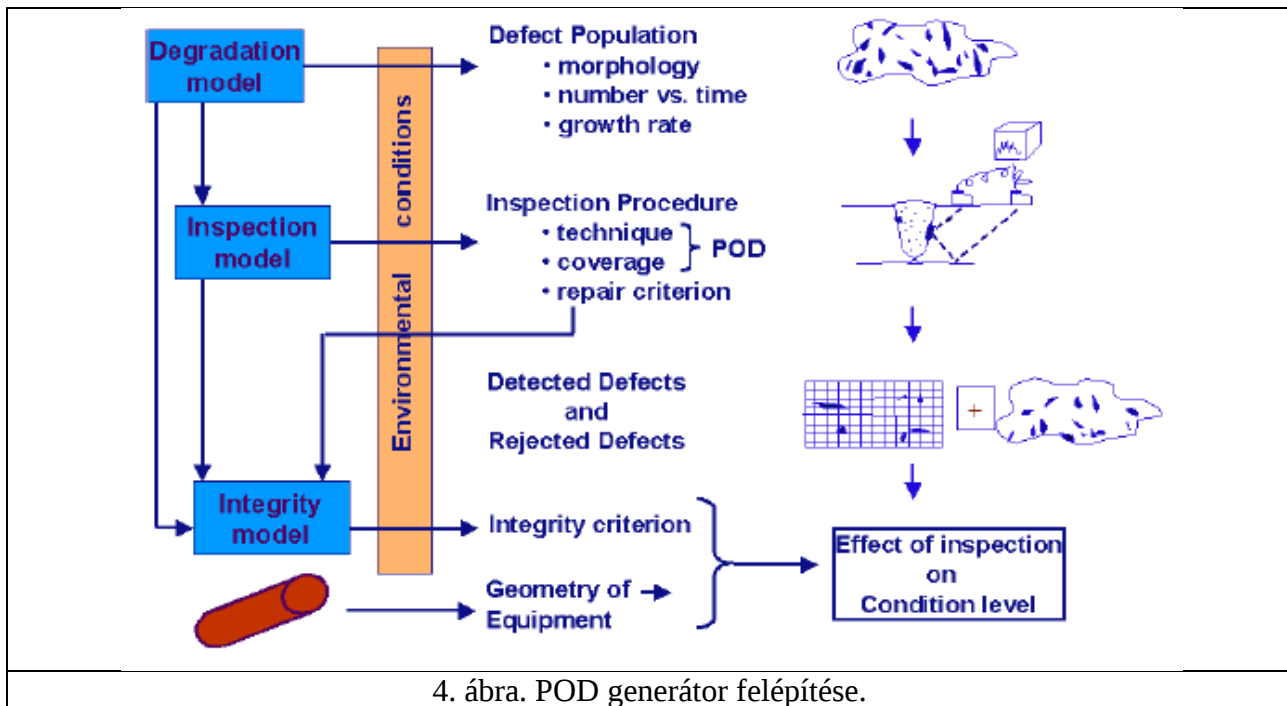
Kvantitatív RMV

Egy ideje szinte az RMV önálló ágának tekinthető a kvantitatív RMV (*Quantitative NDT, QNDT*), ami Sanghajban is meglátaszott. A QNDT fontos eleme a vizsgálat megbízhatóságát (hatékonyságát) leíró POD függvény (*Probability of Detection*), ami annak a valószínűségét adja meg, amellyel egy adott típusú és méretű folytonossági hiány, adott feltételek mellett detektálható. Tisztességes POD görbe felvételéhez igen sok mérés szükséges. Ezért kidolgoztak egy módszert, amellyel előállítható a POD görbe a hagyományos módon történő felvételének töredék költségén, a módszer elnevezése: POD generátor [4]. A POD generátor egy numerikus modell, ami három egymásra épülő egységből áll, úgymint az anyagkárosodási, a vizsgálati és az integritás ellenőrzési egységből, 4. ábra.

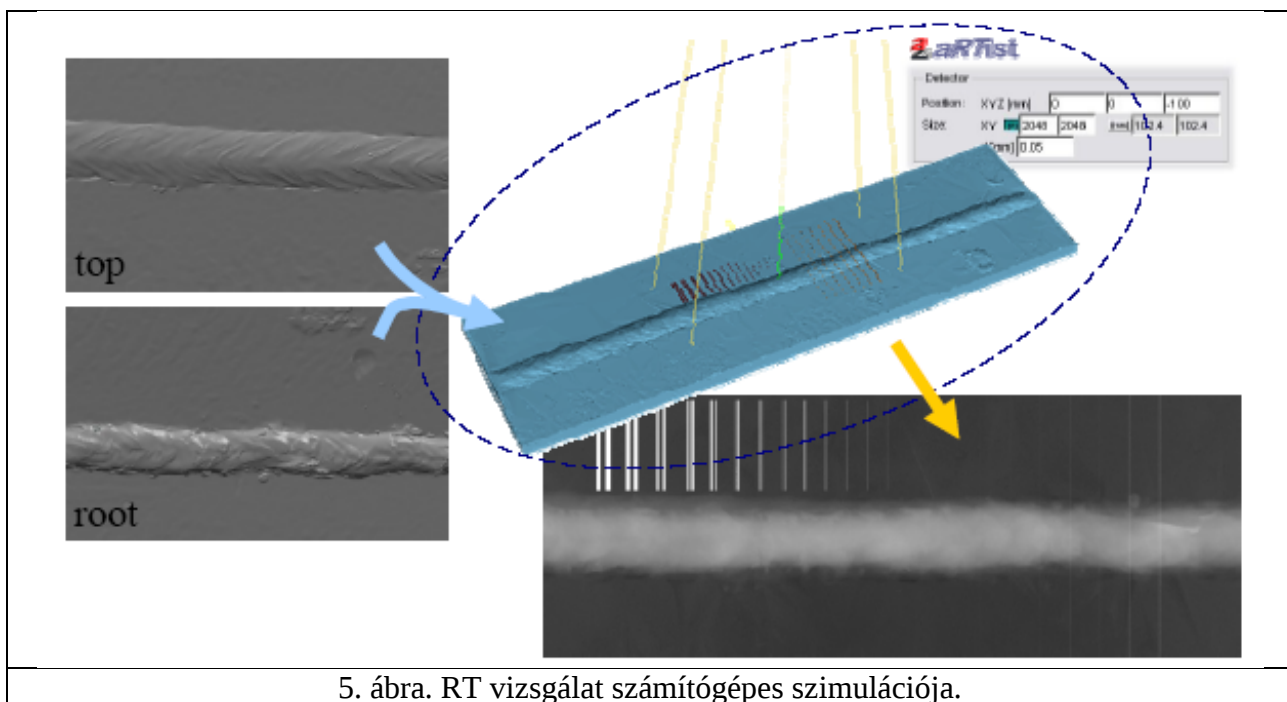
A károsodási modul egy statisztikai modellen alapszik, és valamennyi előforduló károsodást szimulálja a vizsgálandó berendezése meghatározott részén, az idő függvényében. Ez az eredmény képezi aztán a vizsgálati egység bemenő adatait. A vizsgálati modul a vizsgálat szimulációja. Ez a választott RMV eljárás, annak technológiája, technológiai paraméterek változtatása (pl. ultrahangos vizsgálófej és frekvencia) egyéb vizsgálati körülmények figyelembe vételével szolgáltatja a „vizsgálat” eredményeit. Az eredményeket manuálisan vagy automatikusan értékelve elállítható a szimulált POD görbe. Az integritás egység – a választott integritás kritérium segítségével – elvégzi a vizsgált berendezés szerkezeti integritásának az értékelését.

Modellezés

A modellezéssel foglalkozó számos előadás közül azt emeljük ki, amelyiknek tárgya egy radiográfiái numerikus szimulációs program volt, aminek a segítségével realisztikus radiográfiái felvételeket lehet készíteni virtuális vizsgálati darab és jól definiált vizsgálati paraméterek felhasználásával [5]. A munka célja gyakorlati ipari követelményeknek való megfelelés és vizsgálattervezés volt. A bemutatott szimuláció a teljes vizsgálati folyamatot modellezi, kezdve a darab geometriájától, amihez CAD-ben használatos formátumot használnak, folytatva a röntgen sugárzás keltésével, az anyaggal való kölcsönhatásával és a képalkotással. Mindezekhez az alkalmas és nem szélsőséges számítógép kapacitás igényű fizikai összefüggéseket alkalmazták, aminek eredményeként a program egyszerű asztali számítógépen futtatható. Az 5. ábra egy hegesztési varrat RT vizsgálata szimulációjának a lépéseit mutatja. A hosszvarrat külső geometriáját optikai szkennelés útján vették fel. A röntgen sugárzás paramétereinek beállítása után elvégezhető volt a szimuláció, aminek eredménye a „szintetikus” felvétel.



4. ábra. POD generátor felépítése.



5. ábra. RT vizsgálat számítógépes szimulációja.

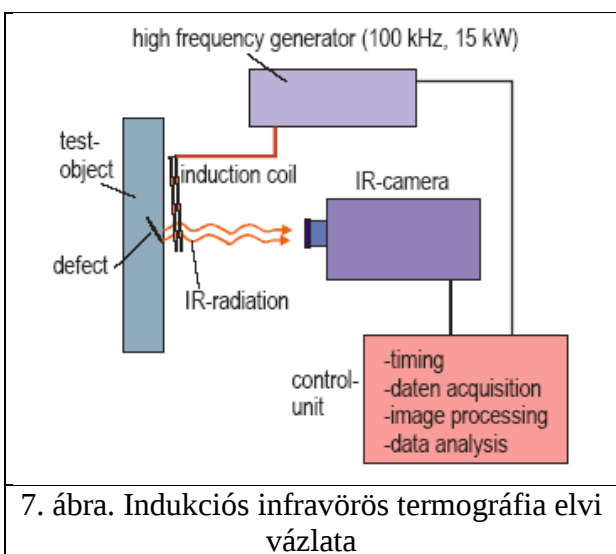
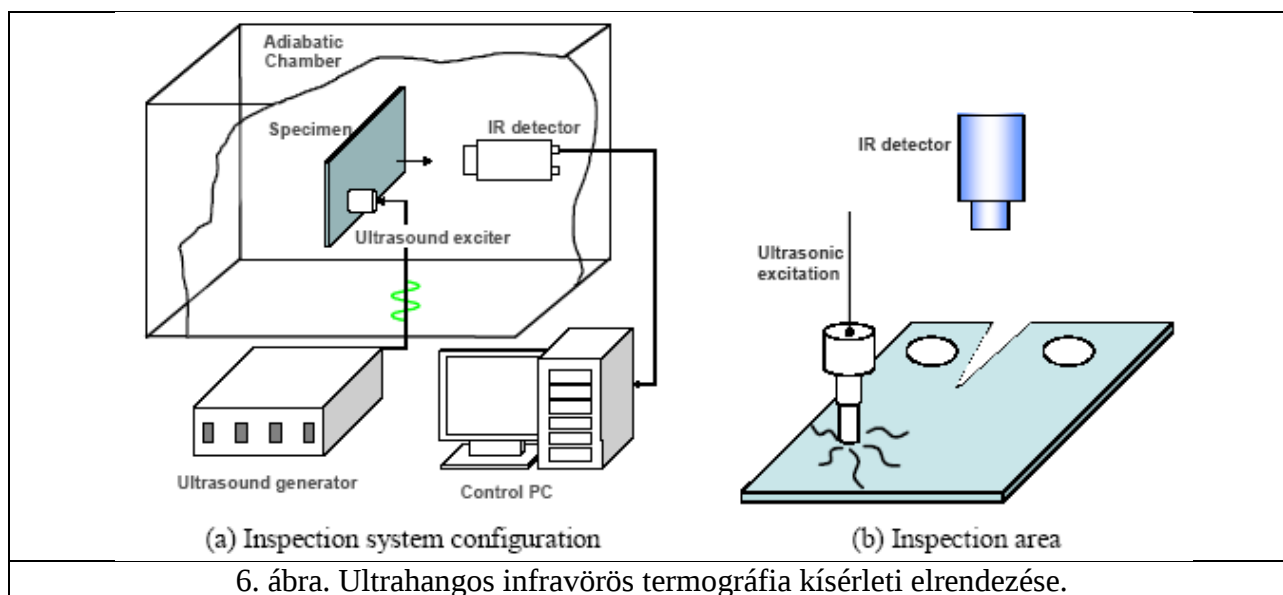
Dinamikus infravörös termográfia

Az infravörös termográfiával foglalkozó előadások között szinte nem volt található olyan, amelyik az eljárás ismert és hagyományosan alkalmazott módszerét követte volna. Ezzel szemben megjelent a dinamikus termográfia, mint a hagyományosnál hatékonyabb módszer. Ennek lényege, hogy a vizsgálandó darabbal külső energiát közölnek, ami a folytonossági hiány (repedés) közvetlen

környezetében hővé alakul és ezt a sugárzó hő detektálják. Akár néhány tíz °C hőmérséklet különbség is generálható a folytonossági hiánynál. A külső energia lehet mechanikus (ultrahangos rezgés), villamos (örvényáram), vagy hő (modulált fény, lézer). A 6. ábra az ultrahangos termográfia [6], a 7. ábra az indukciós termográfia [7] kísérleti elrendezését mutatja be. A külső hő felhasználó módszerek az ún. *lock-in* erősítő elvet érvényesítik, azaz képesek a viszonylag kis jelek megkülön-

bőztetésére kedvezőtlen jel/zaj viszony esetén is, ezért ezeket összefoglalóan *lock-in* termográfiai módszereknek is nevezik. A bemutatott dinamikus eljárások alkalmazási területe igen széleskörű:

szerepelt közöttük süllyesztékben kovácsolt termékek sorozat vizsgálata és kompozit repülőgép szerkezetek üzem közbeni ellenőrzése is.



Mágneses memória eljárás

A fémek mágneses memóriája egy maradó mágnesség, amely a gyártáskor (hegesztéskor) illetve környezeti hőmérsékletre történő lehűléskor alakul ki a föld gyenge mágneses terével vagy az anyagban lévő feszültség koncentrációk helyeken, irreverzibilis módon kialakuló mágneses térrel történő kölcsönhatás eredményeként. A mágneses memória RMV eljárás (*metal magnetic memory, MMM*) azon alapszik, hogy a vizsgálandó darab felületén szórt mágneses fluxus mérhető a feszültségkoncentrációk helyeken, a folytonossági hiányok stb. környezetében. A mérési eredmény elsősorban tájékoztató jellegű és gyakran igényli egy

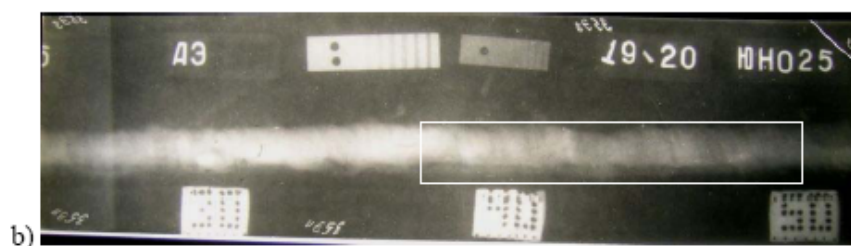
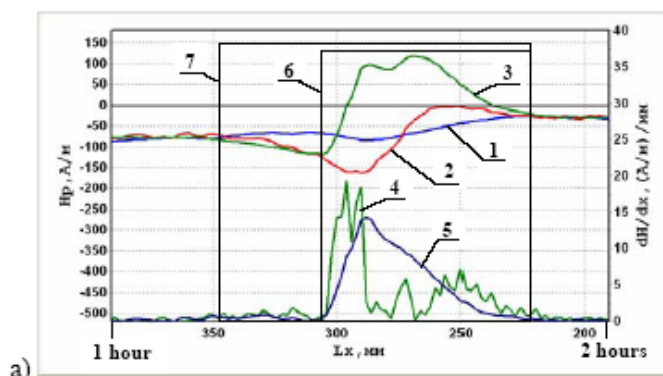
másik RMV eljárás (pl. RT vagy UT) alkalmazását az indikáció értelmezése és a folytonossági hiány jellemzése, vagy méretének meghatározása céljából. A 8. ábra egy MMM vizsgálat eredményének összehasonlítását mutatja RT vizsgálatával.

8. ábra. Csővezeték körvarratának MMM és RT vizsgálati eredménye [8].

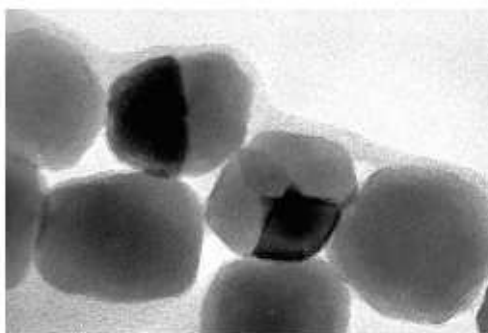
Bakteriális MPT

Különlegessége okán mutatjuk be a következő mágnesezhető „poros” vizsgálati alkalmazást [9]. Hagyományos vizsgálat esetében az alkalmazott mágnesezhető porok szemcsemérete szabja meg a kimutatható repedés szélesség alsó határát. Ezért az MPT eljárás nano mérettartományban nem alkalmazható, holott a nanotechnológia igényei ebben az irányban is megjelentek. Felismerték, hogy léteznek olyan baktériumok, amelyek érzékenyek a mágneses térre (*magnetotactic bacteria*), és amelyekben ún. magnetoszómák alakulnak ki. Ezek a nanométer méretű (45-100 nm), membránba ágyazott ásványi kristályok képezik a vizsgálathoz szükséges anyagot, azaz a bakteriális mágnesezhető port (*bacterial magnetic particle, BMP*), 9. ábra. A baktériumok egészségre ártalmatlanok, továbbá méretüknél fogva kevésbé károsítják a vizsgált darab későbbi felhasználását, amennyiben tökéletesen nem távolítják el őket a darab felületéről.

9. ábra. Magnetospirillum magnetoszóma (45 nm).



8. ábra. Csővezeték körvarratának MMM és RT vizsgálati eredménye [8].

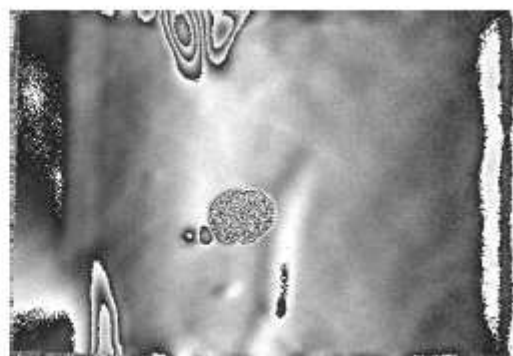


9. ábra. Magnetospirillum magnetosoma (45 nm).

Lézer interferometria

Számos előadás – különös tekintettel a repülőgépiparra és a légi közlekedésre – foglalkozott a kompozit szerkezetek hibakereső vizsgálatának ezen eljárásával (*shearography*).

Az eljárás lényege, hogy a szerkezetre (a repülőgépek törzsét képező, hab vagy méhsejt magra felépített szendvics szerkezet vagy egyéb laminált kompozit) adott feszültség hatására a folytonossági hiányok feletti felületen keletkező egyenetlenség detektálható. A feszültség különböző módon hozható létre, például a vizsgálókamra nyomásának csökkentése vagy a vizsgálandó darab hőmérsékletének növelése útján. A rendszer része egy lézer kamera, egy interferométer és egy képfeldolgozó számítógép. Kísérletek, és a gyakorlat azt mutatja, hogy amennyiben egy felület alatti folytonossági hiány a ráadott feszültség hatására már néhány nanométer méretű felületi egyenetlenséget hoz létre, azt ezzel a módszerrel már biztonsággal ki lehet mutatni. A vizsgálat sebessége két nagyságrenddel meghaladja az UT vizsgálat sebességét. A 10. ábra egy lézer interferometria vizsgálat eredményét mutatja, példaképpen [10].

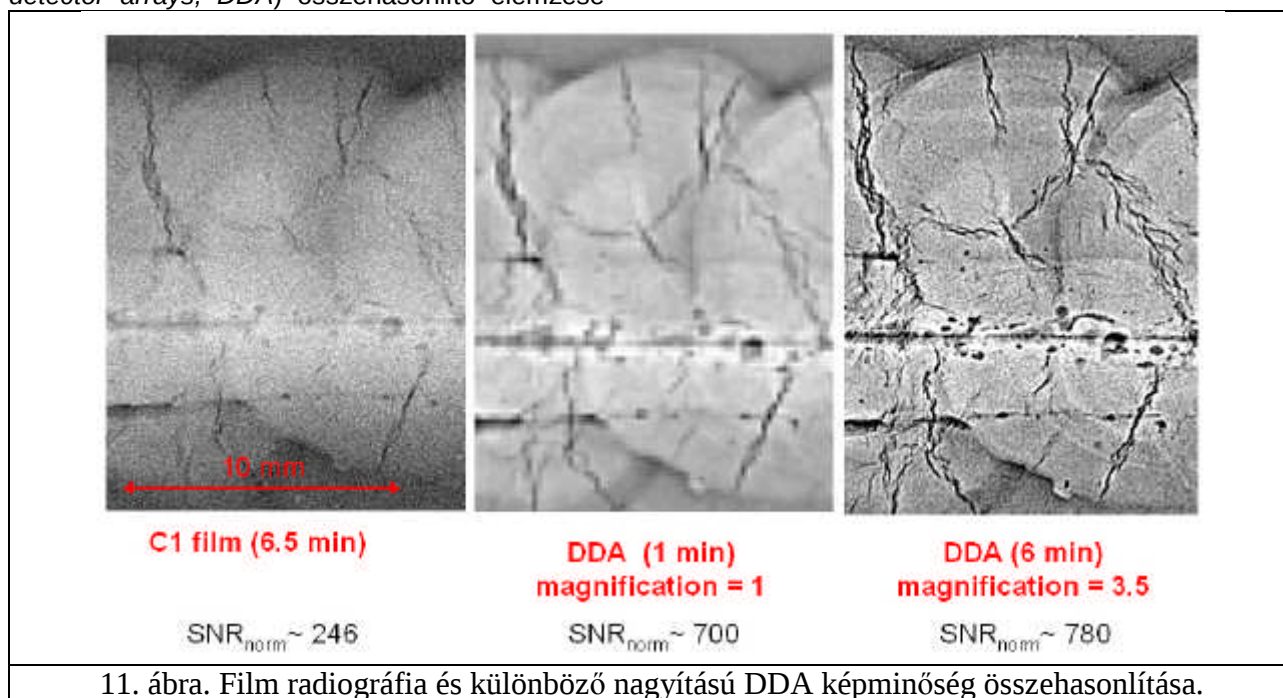


10. ábra. Kompozit repülőgép szerkezet belső hibái (elválások a fémhab mag és a burkolat között).

Digitális radiográfia

Jelentős számú előadás foglalkozott a filmnélküli radiográfiai vizsgálattal, annak előnyeivel, illetve hasonlította össze a vizsgálat különböző paramétereit a filmradiográfiával. Ezek közül is kiemelkedtek a német BAM (*Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung*) szakemberei által bemutatott előadások, mivel elvitathatatlan a BAM vezető szerepe ezen a területen. Egyik előadásukban a számítógépes radiográfia (*computed radiography, CR*) és a digitális detektálás (*digital detector arrays, DDA*) összehasonlító elemzésé-

nek eredményeit mutatták be [11]. A kép minőségét alapvetően meghatározó paraméterek egyike a normalizált jel / zaj viszony (*signal / noise ratio, SNR_{norm}*), a másik a képfelbontás (*basic spatial resolution, SR_b*). Lényeges képminőség javulást értek el a DDA detektor kalibrálási folyamatának optimalizálása útján: a kontraszt érzékenység - az expozíció és a DDA kalibrálás paraméterei függvényében - akár a falvastagság 1/1000-ével vált egyenlővé. Ez a kiemelkedő kontraszt ellensúlyozni tudta az esetlegesen gyengébb képfelbontást. A 11. ábra egy példát mutat be a leírtakra.



11. ábra. Film radiográfia és különböző nagyítású DDA képminőség összehasonlítása.

Ultrahangos vizsgálatok

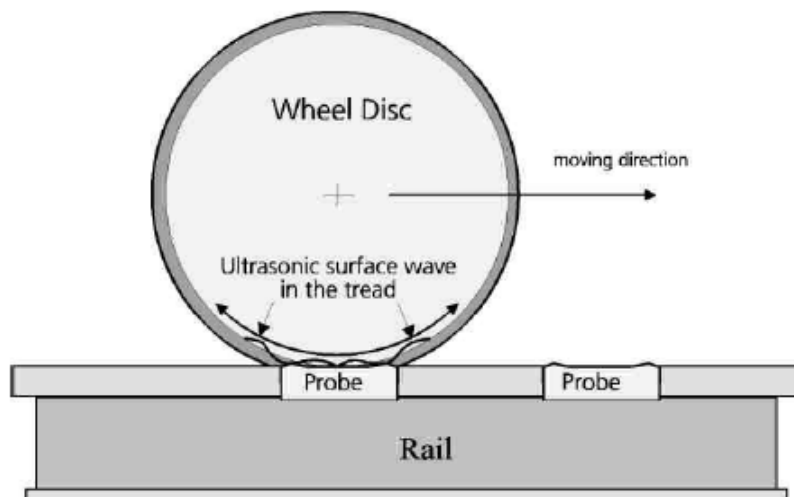
Ahogy a bevezetésben közölt statisztikai adatokból látható, az UT eljárás különböző módszerei tették ki a konferencia szakmai programjának csaknem a felét. Ebből a hatalmas mennyiségű előadásból nehéz volt válogatni. A következő előadások így csak a legkülönbözőbb alkalmazási esetek példáinak tekintendők. Nagysebességű vasúti kocsik kerekeinek mozgás közbeni UT vizsgálatára fejlesztettek ki módszert a németországi Fraunhofer Intézetben, és vezettek be egyidejűleg Németországban és Kínában [12]. A vizsgálati technika lényege impulzus-visszhang és impulzus áthangzás módszer alkalmazása, amelynek során *Rayleigh* hullámok haladnak körbe a vizsgált kerék kerülete mentén. A hullámokat négy EMAT fej generálja és fogadja, a fejekeket a vizsgáló sín párba építik be (kettőt az egyikbe, kettőt a másikba), 12. ábra.

A vonat érkezését egy érzékelő jelzi, és amikor a kerék a vizsgálófejen van, az kibocsátja a felületi hullám impulzust. A hullám néhány ms alatt többször körbeszalad a kerék kerülete mentén, és a fej vagy egy esetleges felületi vagy felület alatti folytonossági hiányról érkező visszhangot érzékel az impulzus-visszhang módszerben, vagy az áthangzás jeleit, néhány körbefutást követően. Úgy a visszhangjeleket, mint az áthangzás jelek csillapítását értékelik. A vonat sebessége a vizsgálat közben 5-15 km/h.

Egy rendkívül veszélyes tenger alatti hegesztés vizsgálatáról és a vizsgáló rendszer minősítéséről számolt be a [13] előadás. Az Északi tengerben, csaknem 400 km-re a parttól, 140 m mélységben kellett egy 36" átmérőjű gázvezetékhez egy 16" méretű csatlakozást hegeszteni úgy, hogy közben a csővezeték szállította a nagynyomású gázt. Előzetesen a következő követelményeket támasztották a vizsgálattal szemben: (a) a vizsgálatnak

automatizálnak kell lennie, teljes körű adatgyűjtéssel és -feldolgozással; (b) annak ellenére, hogy a vizsgálat eredményeinek meg kell felelniük a DNV-OS-F101 és az EN 1714 szabványok elfogadási szintjeinek, alkalmazni kell egy műszaki-kritikai értékelési módszert (*Engineering Critical*

Assessment, ECA) is, azaz minden indikációt egyedileg értékelni kell; (c) a vizsgáló rendszer minősítését az ENIQ módszere szerint kell végezni. A hegesztést két lépésben végezték. Először egy párnaréteget hegesztettek a nyomásalatti csővezetékre, 13. ábra.

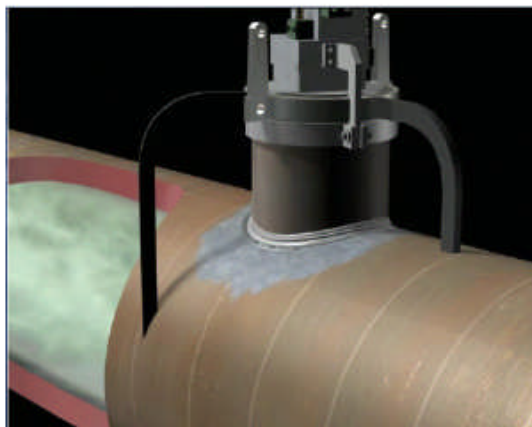


12. ábra. A mozgás közbeni kerékvizsgálat elrendezése.



13. ábra. Párnaréteg.

Ezt a varratot manuálisan vizsgálták (együtt az alatta lévő cső alapanyaggal). Az igazi feladatot a párnaréteghez csatlakozó csomak hegesztése jelentette, 14. ábra.



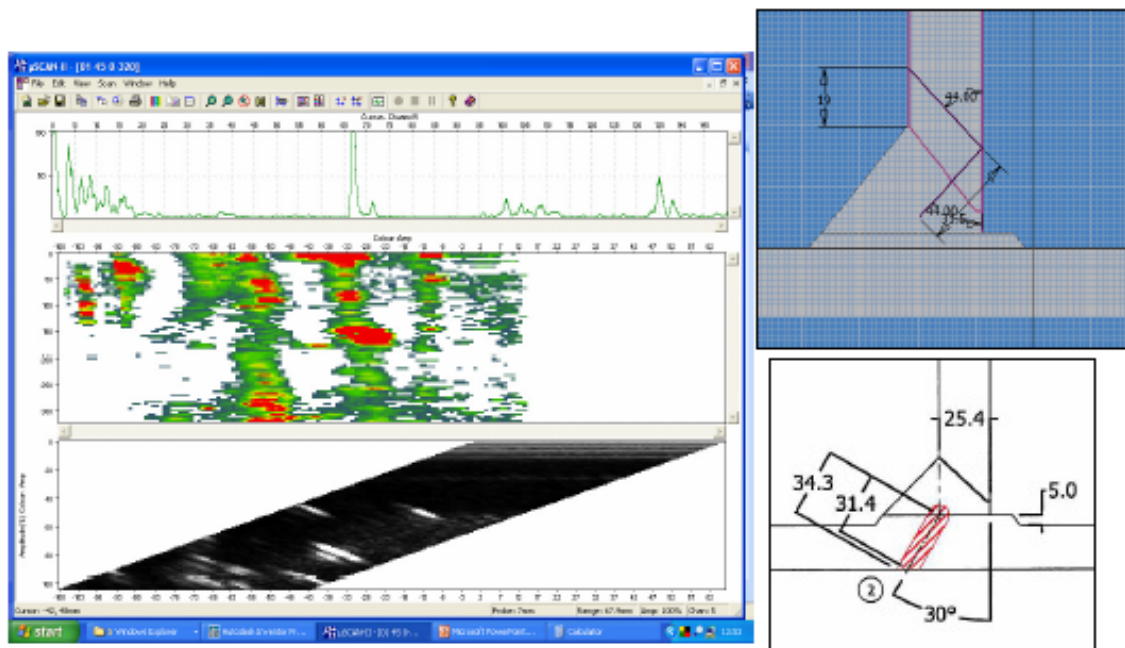
14. ábra. Csatlakozó varrat.

Impulzus-visszhang módszert, 45, 60 és 70°-os transzverzális fejeket alkalmaztak, a vizsgálati elrendezést a CIVA 3D szimulációs szoftver segítségével tervezték meg. A szoftver lehetőséget adott tetszőleges hiányok figyelembe vételére (beleértve a mesterséges reflektorokat is, úgymint a szférikus és félgömb fenekű hengeres furatokat, valamint a közismertebb lapos fenekű és keresztirányú hengeres furatokat). A modellezés és az ECA elemzés alapján meg lehetett határozni a vizsgálat teljesítőképességét a kritikus hiba méretek és kritikus varrat helyek esetében. Külön feladat volt a megfelelő fejmozgató manipulátor megtervezése. A minősítéshez három ellenőrző testet készítettek. A minősítés nyílt vizsgája során valamennyi adatot felvettek, amelyekből aztán A-, B- és C-képeket rekonstruáltak, amire a 15. ábra mutat példát.

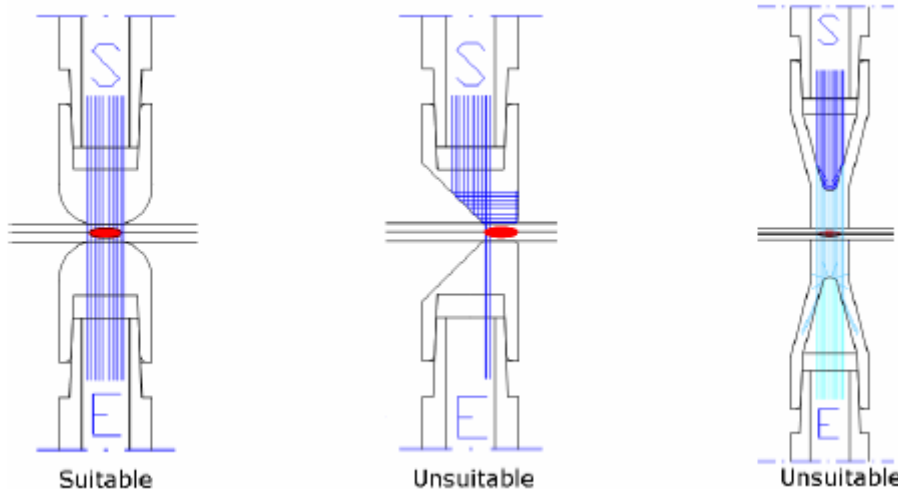
Ellenállás ponthegeztés folyamat- és minőségellenőrzésére mutatott be érdekes műszaki megoldást a [14] előadás. A ponthegeztő elektródákba építették be az ultrahangos fejeket, amelyek a hegesztési folyamat alatt 500 Hz gyakorisággal ultrahang impulzusokat bocsátanak át a heglencsén. Ezeket a vevőfejek rögzítik, majd az értékelő szoftver értékeli (lényegében a heglencse átmérőjét méri). Az esetleges visszhangok is felhasználhatók az elektródacsúcs hőmérsékletének a szabályozására. Az értékelő szoftver közvetlenül a hegesztés után minősíti a varratot, ugyanis a lencse átmérője korrelációba hozható a hegesztés

minőségével. A 16. ábra példákat mutat be külön-

böző elektróda kialakítások esetén.



15. ábra. Példa az adatok megjelenítésére.

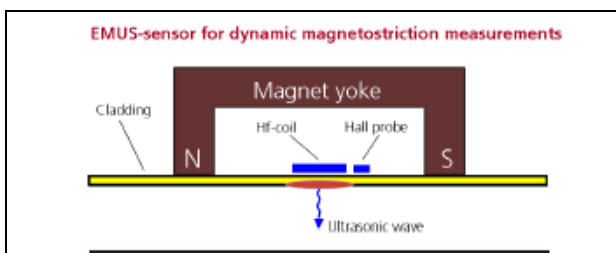


16. ábra. Ellenállás ponthegeztés minőségellenőrzése.

Az ultrahangos vizsgálatok területéhez tartozik az a kutatási eredmény is, amelyről német és kínai kutatók számoltak be közös előadásukban [15]. Nyomottvizes atomerőművek reaktortartályainak biztonsági és élettartam korlátját a tartály sugárkárosodása adja, ezért ennek ismerete kulcsfontosságú a biztonságos üzemeltetés és az üzemidő hosszabbítás szempontjából. A ferrites szerkezetű tartályanyag öregedett állapotának roncsolásmentes meghatározásához a rajta lévő néhány mm vastagságú plattírozás miatt magnetosztatikus elven működő EMAT fejet

alkalmaztak, ami egy alacsonyfrekvenciájú állóhullámot indított az ausztenites plattírozás és a ferrites alapanyag határáról az alapanyag irányába. A mérés elve a 17. ábrán látható. Az EMAT paramétereit a *Charpy* próbatesteken elvégzett kísérletek során optimalizálták, így frekvenciáját 1,2 MHz-re módosították.

A magnetosztatikus mint mikromágneses tulajdonság igen érzékeny az anyag rácsszerkezetében lévő hibák kimutatására, és ez a tulajdonság teszi alkalmassá a sugárkárosodás mértékének a meghatározására.

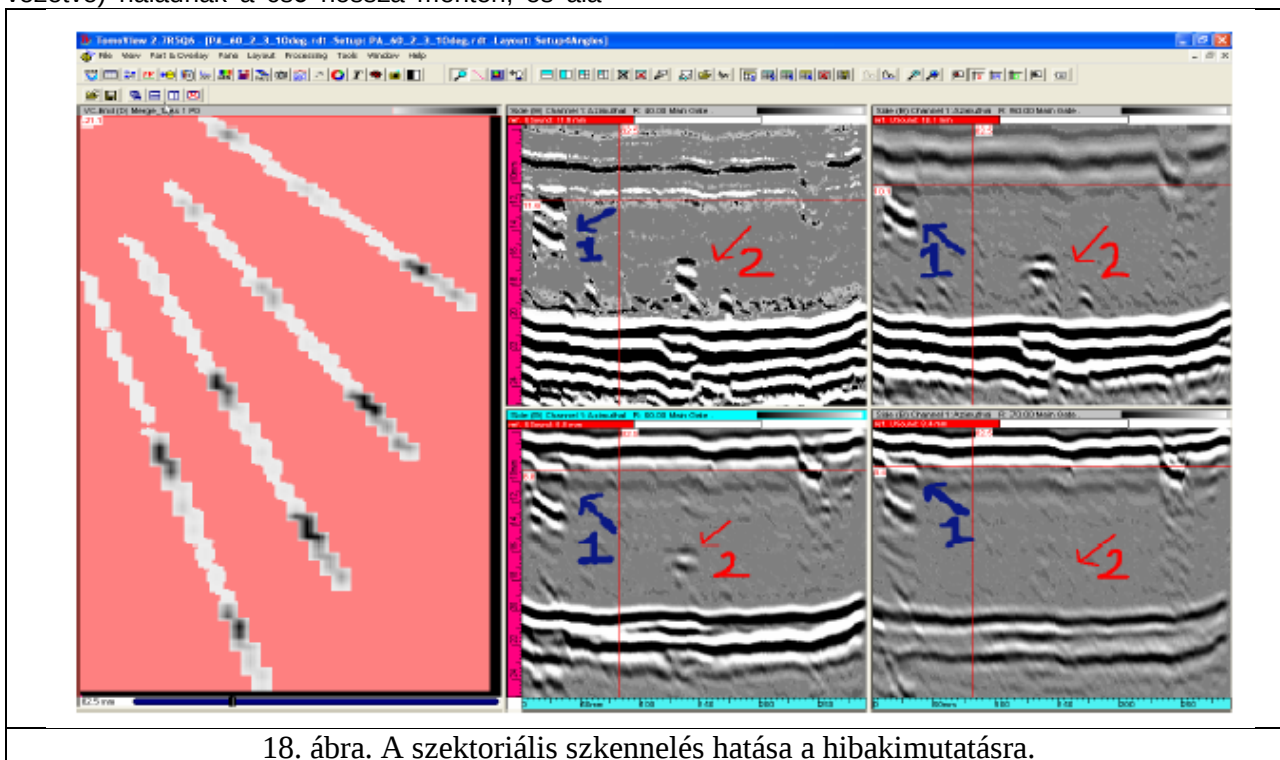


17. ábra. Állóhullám magnetostríkcíós gerjesztése a plattírozás / alapanyag határán.

Más nemzetközi konferenciákhoz hasonlóan, figyelemre méltó számú előadás foglalkozott a vezetett hullámok (*guided waves*) alkalmazásával. Ezt az UT módszert csővezetékek vizsgálatára használják, mert – ellentétben a hagyományos ultrahangos technikával, ami a vizsgálófej közelében található tartományra irányul – a vezetett hullámok a csőfal teljes keresztmetszetében (tulajdonképpen a cső belső és külső fala által vezetve) haladnak a cső hossza mentén, és ala-

acsony frekvenciájuk, illetve hosszú hullámhosszuk következtében jelentős távolságra. A cső keresztmetszetében bekövetkező minden változás (pl. falvastagság csökkenés, körvarrat), ami az akusztikus ellenállás megváltozásával jár, detektálható. A vizsgálat erősen terjed fektetett csővezetékek időszakos ellenőrzése területén, pl. [16].

A szintén egyre jelentősebb helyet elfoglaló fázisvezérelt (*phased array, PA*) technika területéről két előadást emeltünk ki. Az egyik a hagyományosan impulzus-visszhang módszert alkalmazó PA alkalmazhatóságát mutatja be az ultrahang hullámok dinamikus vezérlésével TOFD (*time-of-flight-diffraction*, magyarul: futásidő szóródásos) vizsgálathoz [17]. Az eljárás célja, hogy a TOFD hiányosságait kiküszöbölje, ami annak a következtében válik lehetségessé, hogy a PA adta variációs lehetőséget kihasználva mindig a legoptimálisabb viszonyokat (dinamikus vezérlés és / vagy fókuszálás) használják ki, 18. ábra.

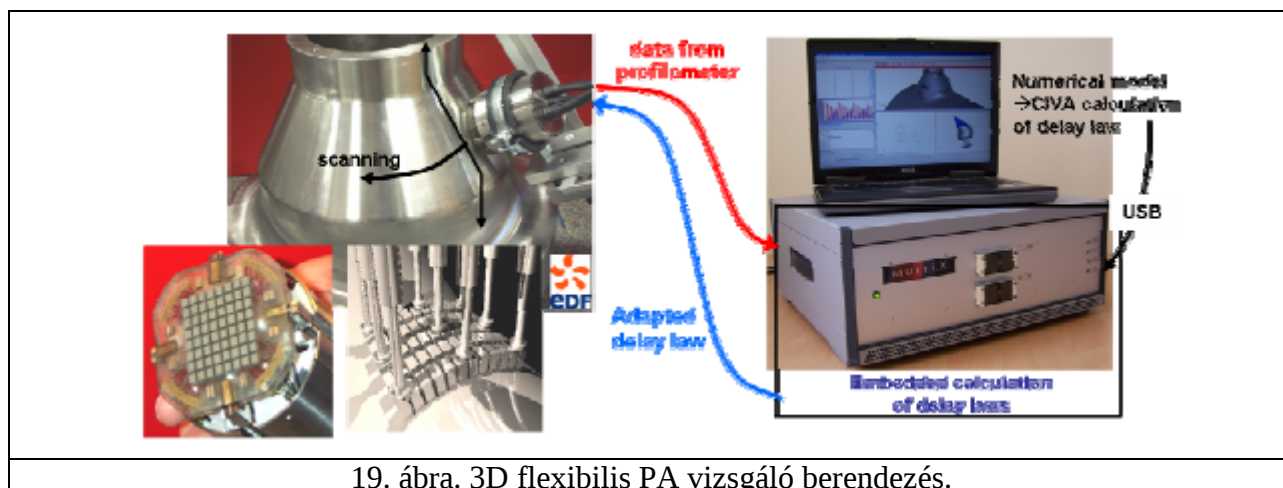


18. ábra. A szektorális szkennelés hatása a hibakimutatásra.

A szektorális szkennelést négy különböző szögben (40, 50, 60 és 70°) elvégezve – a kép baloldala – látható, hogy az 1 és 2 jelű reflektorok kimutatása hogyan javul, illetve romlik – kép jobb oldala.

A másik PA témájú előadás az ún. flexibilis PA vizsgáló egységre mutatott példát, amit komplex geometriájú vizsgálati darabok esetén alkalmaznak [18]. A korábban kifejlesztett és más konferenciákon bemutatott 2D *array*-t most 3D PA fejjel váltot-

ták fel, amelyet a térben komplex geometriájú berendezések vizsgálatára fejlesztettek ki. A fejet ebben az esetben rugalmas gyantába, 8x8-as mátrixban elhelyezett 2,5x2,5 mm méretű rezgők alkotják, amelyeket 9 dugattyú szorít a vizsgálandó darab felületéhez a vizsgálat alatt, továbbá elmozdulás érzékelők mérik a felület domborzati viszonyait. A 19. ábra egy csonk modellen mutatja be a berendezést.



19. ábra. 3D flexibilis PA vizsgáló berendezés.

Záró gondolatok

A sanghaji világkonferencia hiteles képet mutatott a roncsolásmentes vizsgálatnak a világban elfoglalt helyéről és a fejlődés irányairól. A résztvevők érzékelhették, és talán ez az előadás is érzékeltetni tudta, hogy egyre szigorúbb követelményeket támasztanak a termékekkel és az üzemelő berendezésekkel szemben, és a szigorodó követelmények újabb és újabb feladatokat rónak a vizsgálatok tervezőire, végrehajtóira, valamint a készülékek gyártóira. A jól ismert néhány alapjelről mára száznál is jóval több RMV módszer talált gyakorlati alkalmazásra. Az alkalmazott módszerek többsége igen komoly mikroelektronikai és számítástechnikai támogatású. Világszerte jelentős kutatói kapacitásokat köt le a módszerek kifejlesztése, gyakorlatba történő átültetése. Imponáló ebben az ázsiai országok szerepvállalása, és – figyelembe véve Kína, India és a többi ázsiai ország tudományos eredményeit egyéb területeken is – nem nehéz megjósolni, hogy a XXI. század tudományos-műszaki haladásának történelmében ezen a kontinensen fogják írni.

Hivatkozások

A címetek követő számok az előadások sorozatát jelentik a CD kiadványban.

- [1] Lin, Y.: The Advent of Age with Integrated NDT Technology, No. 40.
- [2] Farley, M.: EFNDT Guidelines on the overall NDT quality system in Europe, No. 53.
- [3] Hsu, D. K.: Nondestructive inspection of composite structures: methods and practice, No. 380.
- [4] Mast, A. et al: POD GENERATOR, Development of numerical modeling tools for quantitative assessment of the performance of non-destructive inspection techniques, No. 45.
- [5] Jaenisch, G-R., Bellon, C., Ewert, U.: aRTist – Analytical RT Inspection Simulation Tool for Industrial Application, No. 77.
- [6] Choi, M. et al: Fatigue Crack Detection by Ultrasound Infrared Thermography, No. 176.
- [7] Netzelmann, U., Walle, G.: Induction Thermography as aTool for Reliable Detection of Surface Defects in Forged Components, No. 177.
- [8] Dubov, A., Kolokolnikov, S.: Quality assessment of welded joints by the metal magnetic memory method compared to conventional NDT methods and means for materials' properties assessment, No. 196.
- [9] Siores, E., Lamb, A. S., Swallow, L. M.: Bacterial Magnetic Particles for Applications in NDT&E, Detection of Flaws and Cracks in Sample Materials, No. 217.
- [10] Newman, J. W.: Aerospace NDT with Advanced Laser Shearography, No. 241.
- [11] Ewert, U., Zscherpel, U., Bavendiek, K.: Strategies for Film Replacement in Radiography – Films and Digital Detectors in Comparison, No. 277.
- [12] Salzburger, H-J., Wang, L., Gao, X.: In-Motion Ultrasonic Testing of the Tread of High-Speed Railway Wheels using the Inspection System AUROPA III, No. 340.
- [13] Miller, M.: Development, Validation and Execution of the Automated Ultrasonic Testing of a Subsea Pipeline Hot Tap Weld, No. 351.
- [14] Vogt, G.: Inline Process and Quality Control of Spotwelds of Car Bodies – Ultrasonic Sensors integrated in Resistance Welding Electrodes, No. 365.

- [15] Bieder, P. et al: Current NDT Research & Development for NPP Inspections, No. 382.
- [16] Rose, J., Mu, J., Cho, Y.: Recent Advances on Guided Waves in Pipe Inspection, No. 404.
- [17] Brillon, C., Armitt, T., Dupuis, O.: TOFD Inspection with Phased Arrays, No. 427.
- [18] Toullelan, G. et al: Inspection of Complex Geometries using Flexible Phased-Array Transducers, No. 430.

GÖMBGRAFITOS ÖNTÖTTVAS SZUPERFINISELT FELÜLETÉNEK VIZSGÁLATA

STUDY OF SUPERFINISHED NODULAR CAST IRON SURFACE

Csizmazia Ferencné¹ - Solecki Levente¹ - Szerencsi Richárd²

Kulcsszavak: Mikroszerkezet, gömbgrafitos öntöttvas, szuperfiniselés, metallográfia, topológia
Keywords: Microstructure, nodular cast iron, super finishing, metallographic tests

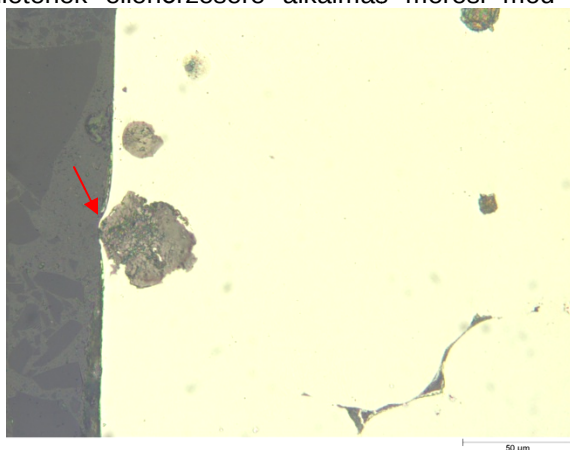
Gömbgrafitos öntöttvasból készült főtengelyek löketcsapjain és csapágyfelületein a megmunkálás során szükségszerűen a felszínre kerülnek grafitok, illetve lesznek olyan grafitok, amelyek a fémes felület alatt néhány század mm-re helyezkednek el. Ideális helyzetben a befejező megmunkálás ezeket a grafitokat úgy tárja fel, hogy felettük fémes lebenyek nem láthatók. Ugyanakkor a GM korábbi vizsgálataiban során találhatók voltak olyan főtengelyek is, melyeknél a grafitok feletti fémes hártya berepedt és esetenként felhajlott. A felhajlott lebeny, a csapággal való összeszerelés vagy az üzemeltetés során letörhet, és a csapágy anyagba ágyazódva a csap felületén erős kopást okozhat.

Az előadásban különböző szuperfiniselési technológiával megmunkált főtengely csapok felületének ellenőrzésére alkalmas mérési mód-

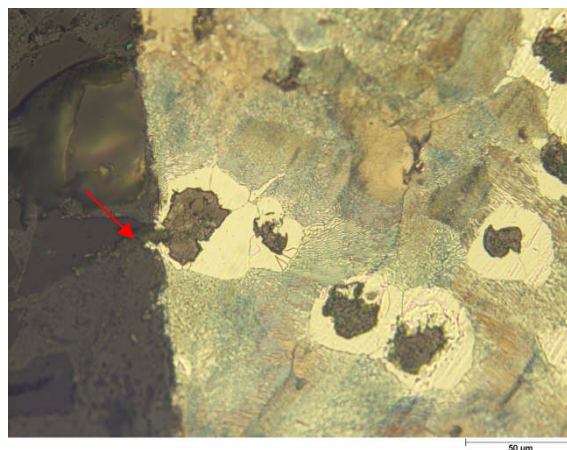
szereket mutatunk be. A kiválasztott vizsgálati módszerekkel összehasonlítottuk a korábbi egyirányú és a módosított kétirányú szuperfiniseléssel megmunkált felületeket. A vizsgálatok alapján megfelelőnek talált technológia üzemi ellenőrzésére alkalmas roncsolás mentes módszert dolgoztunk ki.

A vizsgálatokat GJS 600 zömében perlites mátrixú gömbgrafitos öntöttvason végeztük.

Mint ismeretes az öntöttvas mikroszerkezetéből következően a felületre vagy a felület közelébe kerülhetnek grafit gömbök, melyeket a legtöbb esetben ferrit udvar vesz körül. A lágy, nagy alakváltozó képességű ferrit az egyirányú szuperfiniselés során elnyúlik és esetenként felhajló „lebeny” képez. (1. és 2. ábrák).



1. ábra A megmunkált felületre merőleges metszeten rálapolódás (Maratlan csiszolat)



2. ábra Nitállal maratott csiszolaton egy felhajlott lebeny

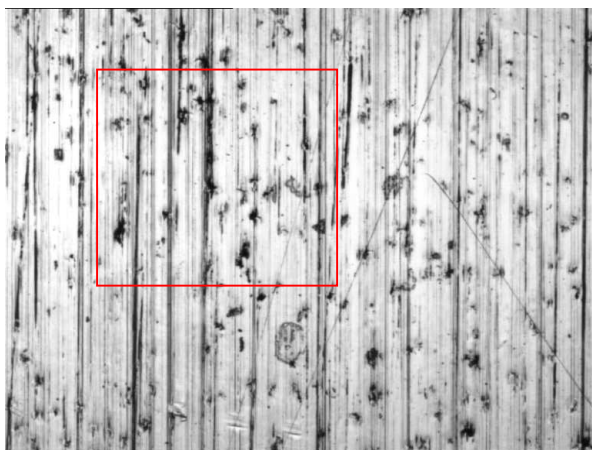
¹ Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Kar Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék, 9026 Győr Egyetem tér 1.

² GM Powertrain Hungary Ltd, Szentgotthárd

A lebenyek és a repedések elkerülése érdekében kétirányú szuperfiniselési technológiát vezettek be. Fontos volt azonban annak ismerete, hogy a kétféle technológia esetében milyen felületi struktúra alakul ki illetve mérőszám segítségével összehasonlítani, értékelni a kétféle technológiát. A vizsgálatok tapasztalata alapján a felület üzemi ellenőrzésére alkalmas roncsolásmentes módszert javasoltunk.

A feladat elvégzésére az alábbi módszereket alkalmaztuk:

- Felület topológiai vizsgálat Taylor Hobson Talysurf CLI berendezéssel
- Optikai mikroszkópos vizsgálatok
- Scanning elektronmikroszkópos vizsgálatok



3. ábra 3D mérőgépen készült optikai felvétel

A 4. ábrán jelölt helyen készült metszet z irányú eltérései alapján látható, hogy a megmunkálási nyomok mélysége néhány tized μm , míg a „grafitlyuk” mérete ennek többszöröse.

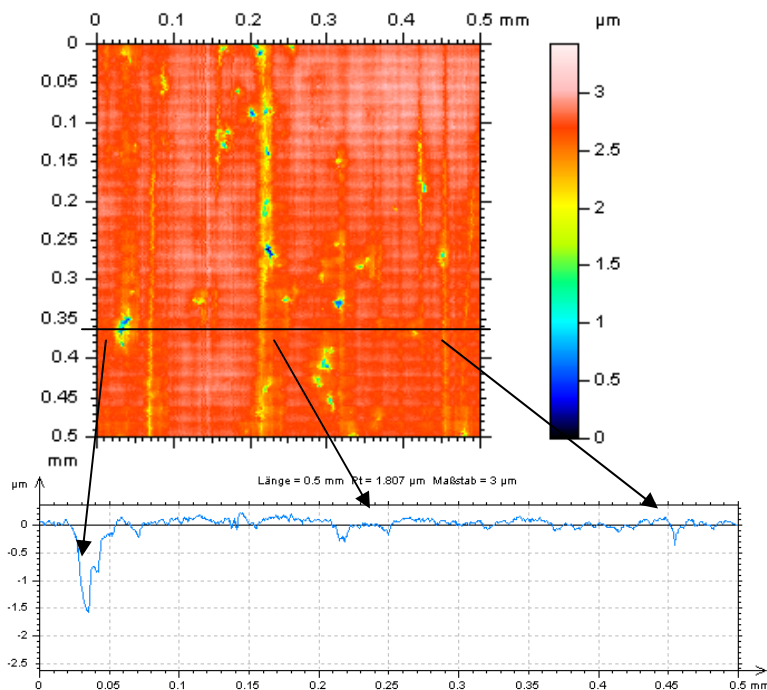
Optikai mikroszkópos vizsgálatok

A mikroszkópos vizsgálatok a csapok felületén történtek. A kisebb nagyítású (100x-os és 200x) képek jó áttekintést adtak a felületről, de nem voltak eléggé részletdúsak. Az 500x-os és 1000x-es nagyítású képeken a megmunkálási barázdák és a grafitok feletti beropedések jól láthatók, de a felület erőteljes görbülete miatt a nagyobb nagyítású ($N > 500x$) képek csak részlegesen élesek. (5. ábra) Ezt az életlenséget hagyományos fémmikroszkóppal nem lehet kiküszöbölni. A Zeiss AXIO IMAGER A1 típusú mikroszkópja képes olyan felvétel sorozat készítésére, ahol ismert, változó méretű tárgy távolság mellett a kép egyes részei

Megjegyezzük, hogy ezek a vizsgálatokhoz a főtengelyekből kivett csapokon történtek.

Felület topológiai vizsgálat

A vizsgálatokat Taylor Hobson Talysurf CLI 2000 berendezésen végeztük. A 3. ábrán piros négyzettel kijelölt $0,5 \times 0,5 \text{ mm}$ méretű felület képe látható a 4. ábrán. A színek a skála szerinti magasság különbségeket mutatják.



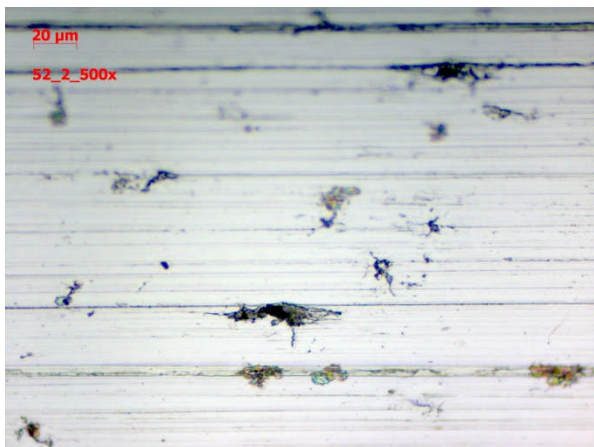
4. ábra

élesek lesznek, majd egy topológiai szoftver ezt a 8-10 felvételt egyetlen képpé egyesíti. Ez a kép minden részletében éles lesz, és térben is szemlélhető, sőt léptékhelyes metszet vonalak is készíthetők vele. (6. ábra).

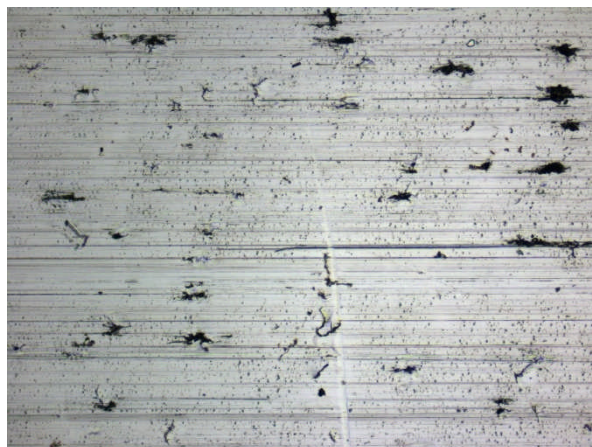
Scanning elektronmikroszkópos vizsgálat

A scanning elektronmikroszkópos vizsgálatokhoz a csapokat el kellett vágni, hogy a vákuum kamrába behelyezhetők legyenek. A 7. 8. és 9. ábrák jellegzetes felületi hibákat mutatnak.

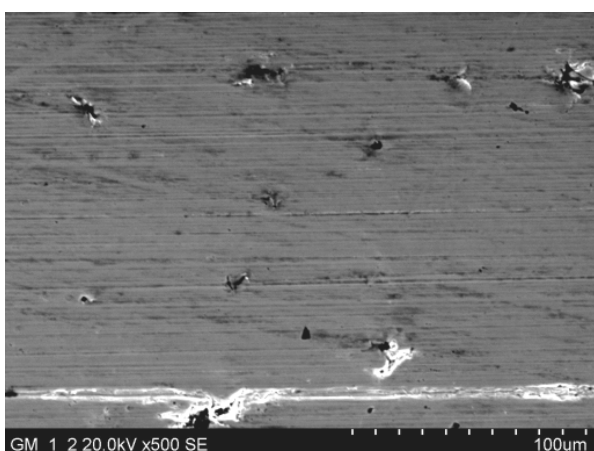
A képek összehasonlításából megállapítható, hogy 500x-os nagyításban a keresett hibák már biztonságosan felismerhetők, az 1500x-os vagy nagyobb nagyítású felvételek a részletek tanulmányozása szempontjából hasznosak.



5. ábra Optikai mikroszkópos felvétel



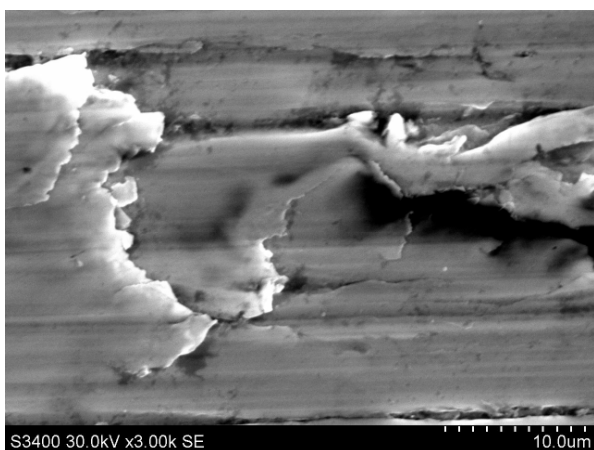
6. ábra „Topology „ felvétel



7. ábra Megmunkálási karc



8. ábra Felhajlott lebeny



9. ábra Többszörös rálapolódás

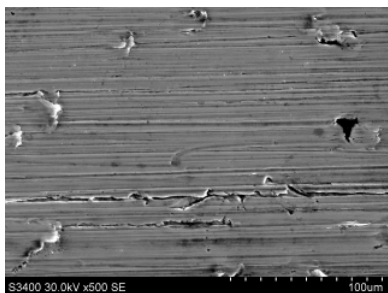
A bemutatott felvételekből levonható az a következtetés, hogy a hibák legjobban a scanning elektronmikroszkópos felvételeken azonosíthatók, itt láthatók a legélesebben. Az is megállapítható, hogy az 500x-os nagyítás kellően nagy ahhoz, hogy a hibák jól felismerhetők legyenek, ugyanakkor ez a kép nagyobb területet fed le, mint az 1000x-es vagy ennél nagyobb nagyítás. Az 500x-os kép méretei a valóságban közelítően 0,25x0,16

mm-esek, tehát a kép terület $0,04 \text{ mm}^2$. Amennyiben egy ilyen képen meghatározzuk a hibák számát, ebből az egységnyi felületre eső hibára lehet következtetni.

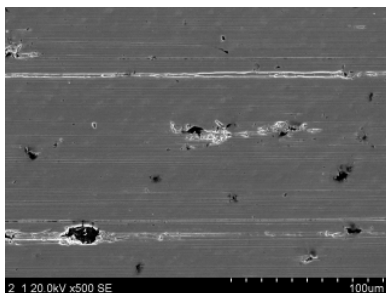
A kétféle szuperfiniselési technológia összehasonlítása érdekében az egyirányú finiseléssel készült főtengelyek közül 4 db, míg a módosított kétirányú szuperfiniseléssel készült főtengelyek közül 14 db tengely 4-4 csapjáról készítettünk 10-10 felvételt. A felvételeken meghatároztuk a repedések és a lebenyek számát és átlagoltuk az adott csapra vonatkozóan. Így lehetőség nyílt a kétféle módszer összehasonlítására. (10, 11, 12. ábrák)

Roncsolás mentes vizsgálati módszer

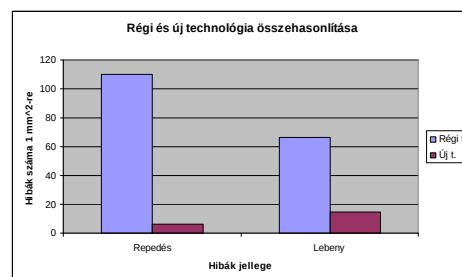
A főtengely csapok közvetlen megfigyelése fémmikroszkóppal vagy pásztázó elektronmikroszkóppal nem valósítható meg. Egyetlen lehetőség arra, hogy a felületről közvetlen képi információt kapjunk a replika technika alkalmazása. Kísérleteinkhez a Struers cég RepliSet márkanévű termékét alkalmaztuk, amely $0,1 \mu\text{m}$ pontossággal tudja visszaadni a felületi topológiát.



10. ábra
Egyirányú finiselés



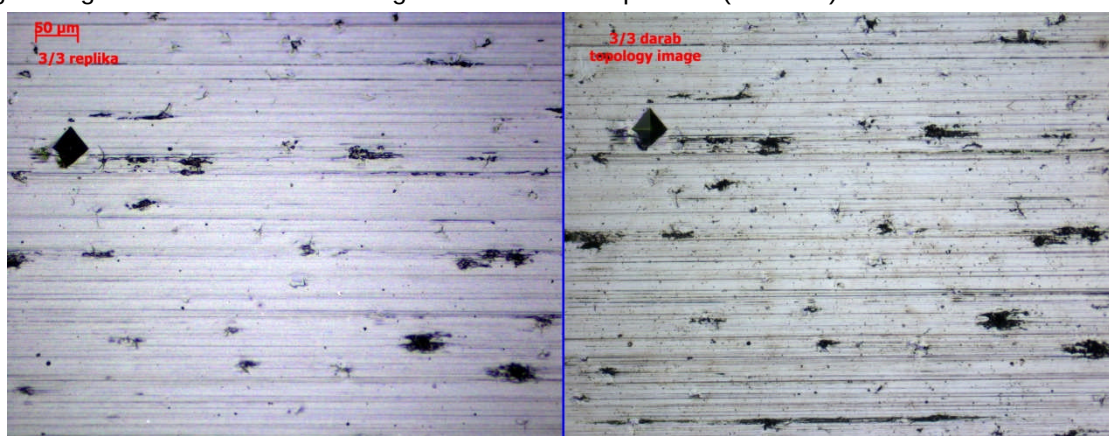
11. ábra
Kétirányú finiselés



12. ábra
A két módszer összehasonlítása

Az így nyert replika optikai mikroszkópon, valamint lézeres vagy optikai letapogatású felületi topológia vizsgáló berendezéssel is vizsgálható.

A következő felvételek normális elrendezésű mikroszkóppal készültek a csap felületéről és a replikáról. (13. ábra)



13. ábra. A felület összehasonlítása a replikáról és a darabról készült optikai mikroszkópos felvételen

A képek minőségéből megítélhető, hogy a jellegzetes hibák felismerhetők és a felület minősíthető ezzel a módszerrel.

Összefoglalás

- A gömbgrafitos öntöttvas superfiniseléssel való megmunkálása során a mikroszerkezet alapján magyarázhatók a felületen tapasztalt jellegzetes hibák. A mátrixban elhelyezkedő grafitszemcsék bizonyos valószínűséggel a felületre vagy a felület közvetlen közelébe kerülnek, felettük a megmunkálás során vékony fémréteg keletkezik, amely berepedhet vagy felhajolhat. Ezeket a felületi eltéréseket vizsgáltuk különböző módszerekkel.
- A felület vizsgálható optikai letapogatáson alapuló topológiai vizsgálattal, amely kimutatja a jellegzetes hibákat, de lassú és költséges a kapható információkhoz képest
- Az optikai mikroszkópos vizsgálat a felület görbülése miatt csak kisebb nagyításban

végezhető, nagyobb nagyításban a topológiai felvételek adnak éles képet

- A repedések és lebenyek vizsgálatára a scanning elektronmikroszkóp a legalkalmasabb eszköz, de a vákuumtér mérete miatt a csapokat darabolni kell.
- A replika technika alkalmazása a felületi hibák dokumentálására alkalmas roncsolás mentes módszer. Összehasonlító vizsgálatokkal bizonyítottuk, hogy a lenyomat hűen visszaadja a felületi struktúrát és alkalmas, mint topológiai, mint optikai mikroszkópos vizsgálatokra.

Irodalom

- [1.] Material Specification Metals GMW 10 Nodular Cast Iron GM Worldwide Engineering Standards
- [2.] Mikroskopische Prüfung von Gußeisenmittels Gefügerichtreihen Technische Lieferbedingungen Prüfverfahren OPEL 107
- [3.] OPEL Internationales Technisches Entwicklungszentrum 31-2007-ex

Melegszilárd acélok károsodásvizsgálatának metallográfiai módszerei Metallographic methods of damaging of heat resistant steels

Bíró Tamás, Dévényi László,

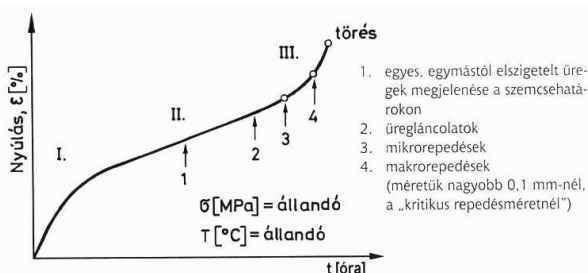
Kulcsszavak: Meleg szilárd acélok, károsodásvizsgálat, metallográfiai módszerek

Keywords: heat resistant steels, examination of damaging, metallographic methods

Bevezetés

A fémek károsodási mechanizmusai nagyon sokfélék lehetnek, amely mechanizmusok elsősorban az adott szerkezet igénybevételével hozhatók leginkább összefüggésbe. Vagyis többek között az egyes alkatrészekben ébredő mechanikai feszültségek nagysága, a feszültség eloszlása illetve időbeni változása, az üzemi hőmérséklet nagysága illetve az üzemi hőmérséklet időbeni változása, a környezeti hatások valamint az üzemidő nagysága együttesen károsítják az alkatrészeket.

A károsodási mechanizmusok közül kiemelkedő jelentőséggel bír a magas hőmérsékleten –például erőművekben- üzemelő csővezetékek károsodása. Ezeknek az alkatrészeknek a tönkremenetelét elsősorban a mechanikai fáradás, hőfáradás, kúszás és különféle korróziós folyamatok okozzák. Az egyes mechanizmusok viszonylag jól ismert módon károsítják a fémek anyagszerkezetét, azonban olyan vizsgálati módszerek, berendezések még csak nagyon korlátozottan állnak rendelkezésre, amelyek nagy biztonsággal meg tudják határozni a maradék élettartamot.



1. ábra: Kúszásgörbe

Növelt hőmérsékleten terhelt anyagokban az alakváltozás sokféle mechanizmus szerint mehet végbe. Amíg kb 0,4 homológ hőmérséklet alatt az alakváltozás gyakorlatilag tisztán diszlokációk csúszó mozgásával megy végbe, addig magasabb hőmérsékleten eltérő mechanizmusok okozhatják a képlékeny alakváltozást. [1]

Erőműi berendezésekben alkalmazott melegszilárd acéloknál már 500 °C körüli üzemi hőmérsékleten is jelentkezhet a szilárd oldat ötvözőkben való elszegényedése és ezzel együtt a szilárdság csökkenése. A magas hőmérsékleten történő karbidkiválás hatással van a szilárdsági és szívóssági értékekre is. [2] A karbidkiválásokon kívül a szemcsehatármenti üregek képződés is fontos mikroszerkezeti változás, amely magas hőmérsékleten tartósan igénybevett alkatrészeknél előfordul. Az 1. ábra mutatja a klasszikus értelemben vett kúszásgörbét, ahol a szekunder szakaszban kezdődik meg a szemcsehatármenti üregek keletkezése, amelyek növekedésük során üregláncolatokat alkotnak. A kúszás előrehaladtával üregláncolatokból mikrorépedések keletkeznek, ahol már az alakváltozási sebesség megnövekszik (tercier szakasz). [3]

Az előzőekben említett karbidkiválási és üregesedési mechanizmusok alapvetően a szemcsehatárokon játszódnak le, ezért a szemcseszerkezet metallográfiai vizsgálata nagyon fontos része a károsodásanalízisnek. A következőkben, az ipari gyakorlatban leginkább használatos metallográfiai vizsgálati eljárásokról nyújtunk egy rövid összefoglalást, kiemelve az egyes eljárások gyakorlati használhatóságát és a kinyerhető információkat.

Optikai mikroszkópia a metallográfiában

Az üzemi gyakorlatban a La Chetallier rendszerű vagy más néven fordított mikroszkóp használatos. A megvilágító fénynyalábot egy plánpáralel üveglemezen át az objektívlencsén keresztül vezetjük a minta felszínére. A mintáról visszaverődő fénysugarakból ugyanez az objektívlencse állít elő képet. A leképező rendszer felbontóképességének korlátozottsága miatt az optikai mikroszkóp hasznos nagyítása maximum kb. 2000-szeres lehet. Az optikai mikroszkópos vizsgálat másik korlátja a kis mélységélesség, ami 1-10 μm között van. Ez utóbbi tulajdonság indokolja azt, hogy optikai mikroszkóppal csak simára csiszolt és polírozott síkfelületű minták vizsgálhatók. [4]

A polírozott illetve a polírozott és maratott csiszolatok optikai mikroszkópos vizsgálata a károsodás analízis során már rutin feladat. A metallográfiai vizsgálat a fémek szövetszerkezetéről ad

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológiai Tanszék, 1111 Budapest Bertalan Lajos u. 7.

információkat a vizsgálatot végző személy számára.

A mikroszkópia információkat nyújthat a gyártástechnológiával-, és a hőkezeléssel kapcsolatban is, de az üzemelés során bekövetkező oxidáció, korrózió illetve a felület alakítási keményedése is megállapítható. A legtöbb esetben érdemes a töretfelülettől távolabbi helyen is megvizsgálni a szövetszerkezetet, és összehasonlítani a töretfelület környezetében lévő szövetszerkezettel.

Például egy törött kazáncső vizsgálatánál célszerű a károsodástól távoli helyről is mintát kivenni abból a célból, hogy el lehessen dönteni, hogy a károsodás helyi anyaghibából, vagy esetleg üzem közben bekövetkezett túlhevítésből származhat. Az optikai mikroszkópos vizsgálat széles körben elterjedten alkalmazott eljárás a károsodásanalízis gyakorlatában, mivel kiemelkedően alkalmas azon hibák kimutatására, melyek a károsodást illetve a tönkremenetelt okozhatták. Zárványok, kiválások, karbon dúsulás/elszegényedés, nem megfelelő hőkezelés, szemcsehatármenti korrózió és még számos egyéb metallurgiai okokra visszavezethető hiba mutatható ki mikroszkópos vizsgálatnál. Az előbb felsorolt minőségi információkon túl számos mennyiségi információ is nyerhető mikroszkópos vizsgálatból: kéreg vastagság, bevonat vastagság, szemcseméret meghatározás, hőhatási övezet méretének meghatározása stb. A metallográfiai vizsgálat abban az esetben is hasznos, amikor valamilyen más kvantitatív mikroanalízist végeznek el a vizsgált darabon. [2]

Pásztázó elektronmikroszkópia a metallográfiában

Gyakran előfordul a gyakorlatban, hogy olyan jelenséget, tulajdonságot kell vizsgálnunk, amelynek éppen a felületi egyenetlenségben van a lényege. Ilyen pl. a töretfelületek elemzése, amely a károsodásanalízis során elég gyakran előforduló feladat. Erre a célra az optikai mikroszkóp a kis mélységélessége miatt nem alkalmas, helyette ezekben az esetekben a pásztázó elektronmikroszkóp használata célszerű. A pásztázó elektronmikroszkóp (Scanning Electron Microscope - SEM) olyan berendezés, amelyben egy jól fókuszált elektronnyaláb végigpásztázza a vákuumban lévő vizsgálandó minta felületét. Ennek a sugárzásnak a hatására elektronok lépnek ki a minta felszínközeli rétegeiből. A pásztázással szinkronban egy másik elektronnyaláb egy monitor képernyőjét pásztázza, a mintából kilépő elektronok számával arányos intenzitással. Így a monitoron megjelenik a vizsgált minta felszínének képe.

A pásztázó elektronmikroszkóp hatékonysága elsősorban az elérhető nagyításnak és mélységélességnek köszönhető. Az optikai mikroszkóppal szemben, mellyel maximum 2000-szeres nagyítás és 1-10 μm mélységélesség érhető el, a SEM nagyítása elérheti a 200 000-szerest is, illetve a mélységélessége kis nagyításoknál akár 3-4mm is lehet. Ez a mélységélesség plasztikus térhatású képek megjelenítését teszi lehetővé. [2]

A pásztázó elektronmikroszkópia egyik előnyös tulajdonsága, hogy a legtöbb mintát különösebb előkészítés nélkül lehet vizsgálni. A minta-előkészítés sokkal szigorúbb követelmények szerint zajlik, ha kvantitatív mérést akarunk végezni, azonban ezekkel a mérésekkel jelen tanulmányban nem foglalkozunk.

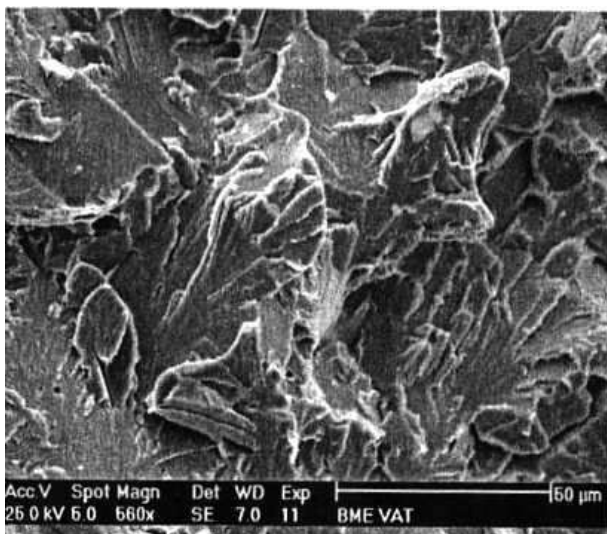
A mintával szemben támasztott követelmény, hogy elektromosan vezető legyen, és elektromosan ne töltődjön fel. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor a minta felületét elektromosan vezető réteggel kell bevonni, továbbá a minta földelését is meg kell oldani. A minta felületének vezető réteggel való bevonására két eljárás terjedt el: az aranyozás és a karbon gőzölögtetés.

Az aranyozás során egy katódporlasztó berendezés segítségével néhány nanométer vékony aranyréteget visznek fel a minta felületére. Ez a vékony réteg nem torzíja a minta felületi viszonyait, viszont elektromosan vezetővé teszi a felszínt. A másik módszer a szénréteggel való bevonás, amely során nagy tisztaságú karbon gőzölnek a minta felszínére. Ennek a bevonatnak kevésbé jók a fizikai tulajdonságai, mint az aranyak, viszont lehetőséget nyújt a bevont minta mennyiségi kémiai elemzésére, mivel a karbon kevésbé okoz energiavesztést a belépő elektronnyalábnak, és kevésbé abszorbeálja a mintából kilépő röntgensugárzást.

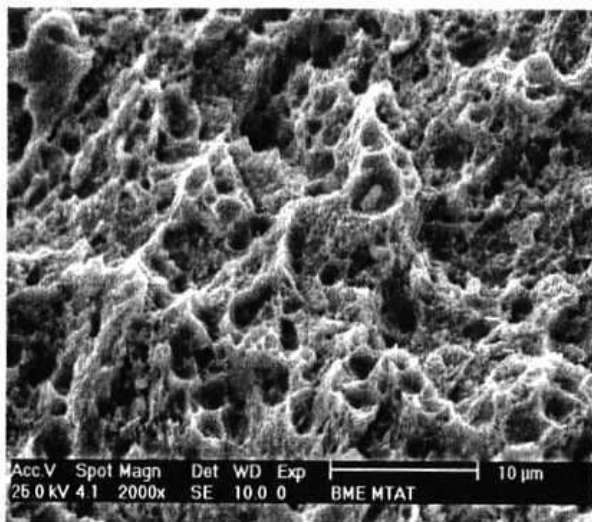
Amennyiben csak pásztázó elektronmikroszkópos felvételt készítünk, akkor kedvezőbb az arany vezetőréteg, mert a nagy rendszámú elemek szekunderelektron-hozama jobb, mint a széné. [5]

A nagy mélységélesség elsősorban a töretfelületek vizsgálatánál használható ki. A következő ábrák szívós illetve rideg töretfelületekről készült felvételeket mutat.

Az 50 eV-nál kisebb energiájú elektronokat egyezményesen *szekunder elektronoknak* nevezik. A szekunder elektronok a minta felszínének geometriai egyenetlenségeiről hordoznak információt, és velük készíthetjük a legjobb felbontású képet, tekintettel arra, hogy a kis energiájuk miatt kisebb mintapontokból származnak, mint a többi jel.



2. ábra: Rideg töretfelület SEM felvétele



3. ábra: Szívós töretfelület SEM felvétele

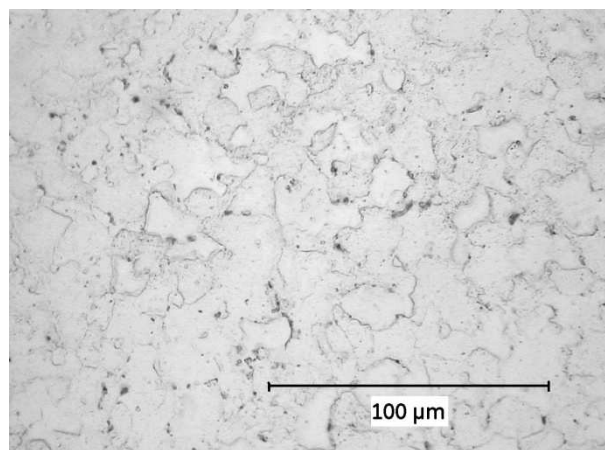
A minta felszínét elhagyó 50 eV-nál nagyobb energiájú elektronok tartoznak a *visszaszórt elektronok* csoportjába. Szemben a szekunder elektronokkal, a felszíni információkon kívül kémiai összetéti információt is hordoznak magukban. Ez teszi a visszaszórt elektronokat az elektronsugaras mikroanalízis fontos segédeszközévé. A visszaszórt elektronok a szekunder elektronokkal ellentétben erős rendszámkontrasztot mutatnak, vagyis a mikroszkópi felvételen a magasabb rendszámú elemekben dús terület világosabban jelenik meg, az alacsonyabb rendszámú elemekben dús területekhez képest. További előnyös tulajdonsága a visszaszórt elektronoknak, hogy a minta elektromos feltöltődése miatti műtermékek lényegesen ritkábban következnek be, mint a szekunderelektronok esetén. [5]

Replika vizsgálatok

A hagyományos metallográfiai mintakészítés velejárója, hogy az anyagból ki kell vágni a mintát. Ez a módszer nem mindig alkalmazható, mert roncslolja a vizsgálandó berendezést.

Sok alkalmazás megkívánja, hogy materialográfiai vizsgálatot végezzünk anélkül, hogy az alapanyagot roncslásnak tennénk ki. Ezekben az esetekben a roncslásmentes módszert kell alkalmazni.

Helyszíni minta-előkészítést a gyakorlatban elsősorban az erőművek, olajkutató tornyok, hidak, repülőgépek stb. minőségellenőrzési vizsgálatainál alkalmaznak. A helyszíni minta-előkészítést egyrészt a vizsgálandó darab nagy mérete indokolhatja, másrészt pl. üzemképességi állapotot illetve maradék élettartambecslés meghatározása esetén a roncslásos mintavételre biztonsági és gazdasági okokból sincs lehetőség. A roncslásmentes mintakészítési módszer lehetővé teszi, hogy a szükséges ellenőrzéseket a helyszínen elvégezhessék. A helyszíni minta-előkészítés legismertebb módja a replikavizsgálat, amellyel csak a vizsgálandó alkatrész felületének a metallográfiai vizsgálatát lehet elvégezni. Az eljárás lényege, hogy a vizsgálni kívánt alkatrész felületét a helyszínen készítik elő – csiszolják, polírozzák, maratják. Majd az előkészített felületről egy speciális negatív lenyomatot készítenek – ezt nevezzük replikának – amelyet laboratóriumban mikroszkópi csiszolathoz hasonlóan vizsgálnak. Az 4. ábra. ábra egy erőműi melegsíllárd acélső replikafelvételét mutatja.



4. ábra: Replika mikroszkópi felvétele

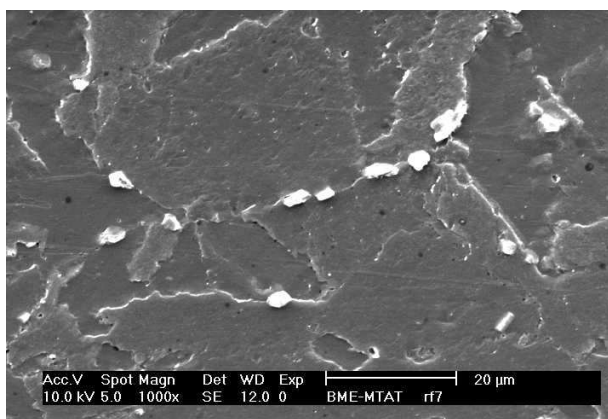
A replikavizsgálat nagy előnye, hogy a vizsgálandó alkatrész roncslása nélkül lehet a szövet-szerkezetéről felvételt készíteni. Nagy hátránya viszont az, hogy a vizsgálat eredményessége nagyban függ a minta előkészítéstől, továbbá az optikai mikroszkóp felbontóképesége határt szab az eljárás felbontóképeségének. A hátrányok között említendő, hogy a szemcsehatárokon lévő

apró kiválások és üregek nehezen különböztethetők meg egymástól.

Az előzőekben felsorolt hátrányok nagy részét ki lehet küszöbölni, amennyiben a replika felületére elektromosan vezető anyagot- például aranyat- gőzöltetünk. Ez a módszer egyrészt az optikai mikroszkópi vizsgálat esetén is javítja a felvétel kontrasztosságát, másrészt a vezető felületi réteg lehetővé teszi a replika pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatát is [6]. Az 5. ábra az előzőekben bemutatott replika aranyozását követően készített SEM felvételét mutatja.

A felvételen jól látható, hogy a vezető réteggel begőzöltetett replika SEM vizsgálata sokkal több részletet tesz láthatóvá a mikroszerkezetből, mint az optikai mikroszkópos vizsgálat. Vagyis kihasználható a SEM eljárás jobb felbontóképessége.

A következőkben az eddig tárgyalt vizsgálati eljárások összehasonlítása következik egy üzemi körülmények között károsodott erőműi csővezeték metallográfiai vizsgálatán keresztül.



5. ábra Aranyozott replika SEM felvétele

Kísérleti munka

A vizsgált minta, egy erőműben üzemi körülmények között károsodott főgőzvezetékbeli került kimunkálásra, amely csővezetéknek a tönkremenetelét nagy valószínűséggel kúszás okozta. A vizsgált alapanyag egy gyengén ötvöztött alacsony Cr-Mo-V tartalmú melegszilárd ötvözet, amelynek a fő összetevőit az alábbi 1. táblázat mutatja. [7]

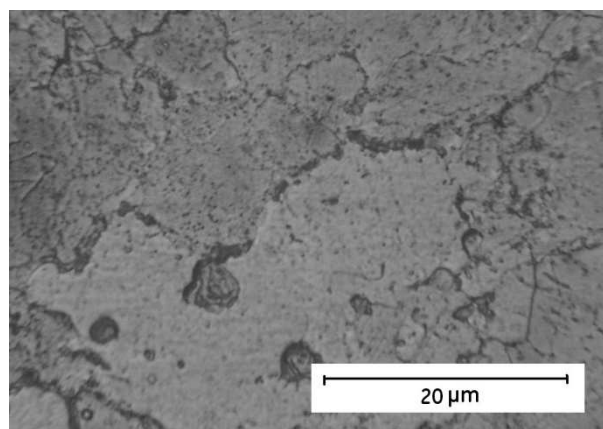
A vizsgálat sajátossága az, hogy a következőkben bemutatott felvételek a vizsgált minta ugyanazon szemcséiről készültek, így jól összehasonlíthatók az egyes eljárások egymással gyakorlati használhatóság szempontjából.

1. táblázat: A vizsgált minta fő ötvözői

	Si	Mo	V	Cr	Mn	Fe
Tömeg %	0.6	0.47	0.38	0.69	1	maradék
Atom %	1.2	0.27	0.42	0.73	1.01	maradék

Optikai mikroszkópos vizsgálat

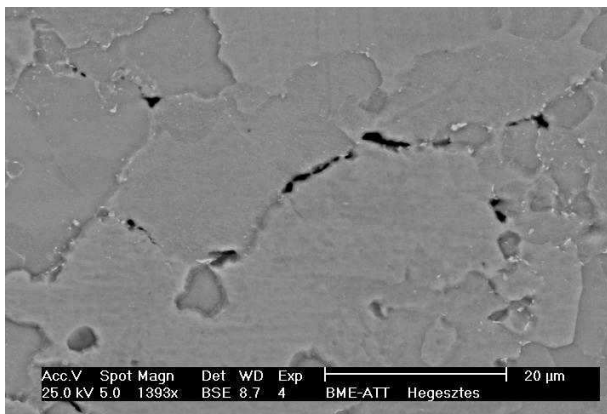
A minta optikai mikroszkópos vizsgálata tipikusan kúszással károsodott szövetszerkezetet mutat. A szemcsehatárokon különféle kiválások és mikroüregek láthatóak, amelyeket azonban nem lehet egyértelműen megkülönböztetni egymástól. Az alábbi ábra az optikai mikroszkópi felvételt mutatja, amely 1000x nagyítással készült. Alacsonyabb nagyítási értékek esetén, a kiválások és üregek még kevésbé különböztethetők meg egymástól. Ahogy az a mérnöki gyakorlatból ismert, az optikai mikroszkópia alapvetően a szemcseszerkezet vizsgálatára használatos. Kevébé alkalmas a szemcsehatárok vizsgálatára, illetve a szemcsehatárokon kivált karbidok és mikroüregek tanulmányozására.



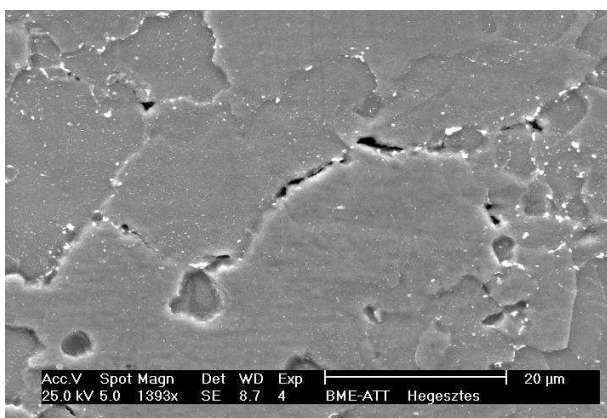
6. ábra: Erőműben károsodott csővezeték optikai mikroszkópos felvétele

Pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálat

Ahogy az már a korábbiakban elhangzott, a pásztázó elektronmikroszkópia (SEM) egyre nagyobb tért hódít a metallográfiai vizsgálatok terén. Jelen esetben az optikai mikroszkópnál lényegesen jobb felbontóképességét, a jobb képminőséget illetve a különböző (visszaszórt elektron-BSE, szekunder elektron-SE) üzemmódokat tudjuk kihasználni. A SEM működéséből adódik, hogy a visszaszórt elektron (BSE) üzemmódban a szemcsehatármenti mikroüregek sötét foltokként jelennek meg a felvételen, viszont ebben az üzemmódban a különféle kiválások nem láthatóak. A szekunder elektron (SE) üzemmódban is sötét foltoknak látszanak az üregek, azonban a különféle karbid kiválások világos színben jelennek meg a felvételen. Vagyis összefoglalva a fentieket, a két üzemmód kiegészíti egymás hiányosságait az üregek és a kiválások vizsgálata során. Az alábbi ábrákon a vizsgált minta SEM felvételei láthatók.



7. ábra: SEM felvétel visszaszórt elektron üzemmódban



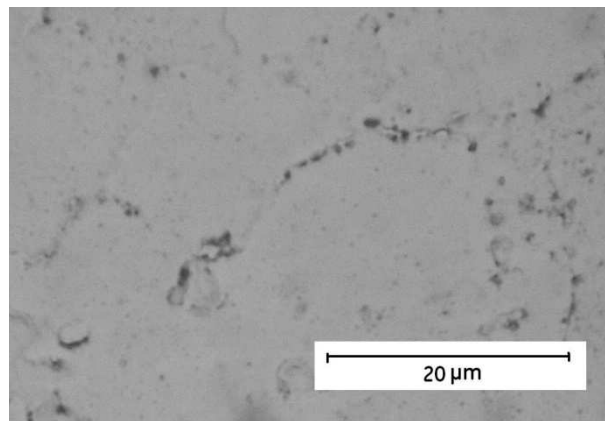
8. ábra: SEM felvétel szekunder elektron üzemmódban

Replika vizsgálat

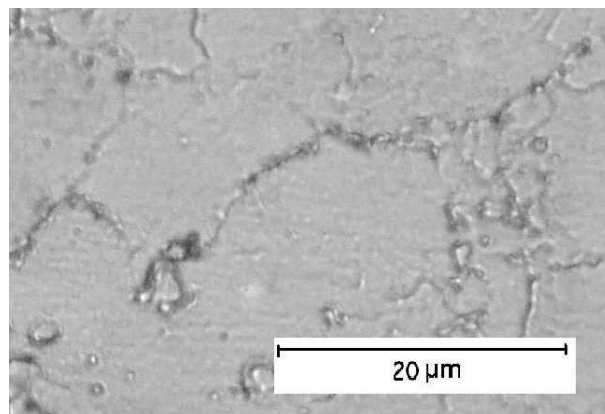
A replika vizsgálat nagy előnye az erőművi berendezések állapotának ellenőrzése során, hogy egy helyszínen elvégezhető roncsolásmentes vizsgálat. A replika sajátossága, hogy, éppen fordított állású képet ad, mint a csiszolatról készült felvételek, hiszen a replika a valós felület lenyomata. Mivel a replikák alapvetően nem elektromosan vezető anyagból készülnek, ezért csak optikai mikroszkóppal vizsgálhatók. Az 9. ábra mutatja a vizsgált mintáról készült replika optikai mikroszkópi felvételét 1000x nagyításban. A fémréteggel való begőzölögtetés a optikai mikroszkópos replika vizsgálat során is előnyös, hiszen sokkal élesebbek a kontrasztok ez utóbbi esetben. Lásd 10. ábra.

A felületi vezető rétegnek köszönhetően, a replikák is vizsgálhatók pásztázó elektronmikroszkóppal. Az alábbi 11. ábra. mutatja, hogy ebben a nagyítási tartományban jól előkészített replika esetén az eredeti csiszolathoz hasonló minőségű felvételek készíthetők SE üzemmódban.

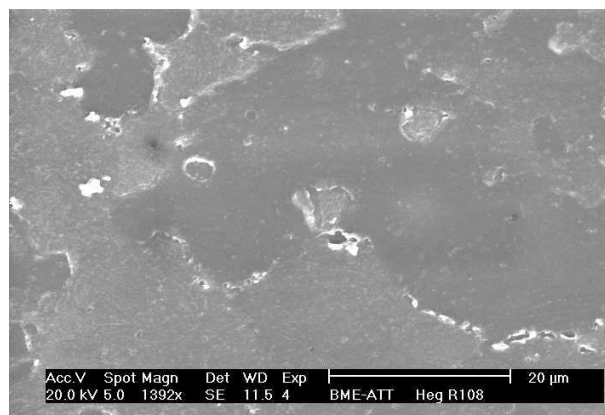
A vizsgálat során ügyelni kell arra is, hogy a vizsgálat során a replika mintát érő hőterhelés miatt a replika károsodhat. Ez a kezdeti jelenség látható a 12. ábrán. A nagyítási érték csökkentését követően látható a mintán a téglalap alakú károsodott rész. Hosszú idejű vizsgálat a minta teljes tönkrementeléhez vezethet.



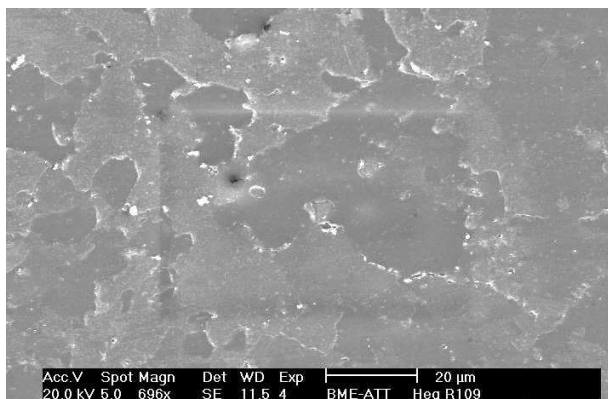
9. ábra: Replika optikai felvétele



10. ábra: Aranyozott replika optikai felvétele



11. ábra: Replika SEM felvétele



12. ábra: Replika SEM felvétele

Összefoglalás

Jelen tanulmány célja áttekinteni a károsodás-analízisben használatos - de elsősorban a magas hőmérsékleten bekövetkező- anyagkárosodási mechanizmusok metallográfiai módszereit. Egy erőműben üzemi körülmények között károsodott minta vizsgálatán keresztül hasonlítjuk össze a különböző eljárásokat, elsősorban a gyakorlati hasznosíthatóság illetve a felvételekből kinyerhető információk szempontjából.

A kimunkált mikroszkópi csiszolaton végzett optikai mikroszkópos és SEM vizsgálatok alapvetően azokban az esetekben használhatók leginkább, amikor már tönkrement berendezés károsodás-analízisét végzik, ezért a vizsgálandó minta kimunkálása nem okoz problémát. A SEM eljárás nagy mélységélesség és a két különböző üzemmódnak köszönhetően alkalmas a melegsziárd acélok szemcsehatárainak vizsgálatára.

A helyszíni vizsgálatok közül a replika eljárás a legelterjedtebb, amelynek gyakorlati használhatósága jelentősen fokozható a felületére gőzölögtetett aranyréteggel. Ez utóbbi módszer lehetővé teszi a replika SEM vizsgálatát.

Irodalomjegyzék

- [1] Prohászka János: A fémek és ötvözetek mechanikai tulajdonságai, Műegyetemi Kiadó, 2001.
- [2] ASM Handbook - 11. vol., Failure analysis and prevention / Gordon W. Powell [et al. 1
- [3] Ginsztler, Hidasi, Dévényi: Alkalmazott anyagtudomány, Műegyetemi Kiadó, 2000.
- [4] Gillemot László: Anyagszerkezetan és Anyagvizsgálat, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- [5] Pozsgai Imre: A pásztázó elektronmikroszkópia és az elektronsugaras mikroanalízis alapjai, Budapest : ELTE Eötvös K., 1995
- [6] Biro T, Dévényi L. : Kriechenkavitätpfung mit Raster Elektronmikroskop, Wissenschaftliche Mitteilungen der 14. Frühlingsakademie, p 14-19. ISBN 963 86234 5 4
- [7] Bíró T: Investigation of Microcavities in Heat resistant Steels Gépészet 2002 Proceedings of Third Conference on Mechanical Engineering, Budapest University of Technology and Economics, National Technical Information Centre and Library, Budapest, 2002. Vol. 2. p 119-122,

Zárványosság meghatározása klasszikus módszerekkel

(Zárványok 2. rész)

Determination of Inclusions by Classical Methods

(Inclusions, Part 2)

Szabó Andrea

Kulcsszavak: zárványosság, metallográfia, képelemzés, pásztázó elektronmikroszkópia

Keywords: inclusion, metallography, image analysis, scanning electron microscope

A cikksorozat első részében megismerhettük a zárványok keletkezésének elméletét, hatásukat a késztermékre, illetve az eltávolításuk érdekében tett legfontosabb intézkedéseket. Ebben a cikkben az acélban maradó nem fémes zárványok hagyományos vizsgálati módszereiről lesz szó. A vizsgálati eredmények alapján képet kapunk a gyártás során alkalmazott üstmetallurgiai kezelések helyességéről, illetve az eredmények gyártási paraméterekkel történő összevetése alapján később módosíthatunk azokat, hogy a jövőben alacsonyabb zárványtartalmú terméket kapjunk.

Annak függvényében, hogy milyen információra van szükség az acél tisztaságát illetően, az alábbi vizsgálati lehetőségek állnak rendelkezésre a metallográfusok előtt. A legalaposabb, a zárványok összes jellemzőjének megismerését célzó összetett elemzési eredmény természetesen a vizsgálati technikák kombinációjával érhető el.

1. Az acél tisztaságának meghatározása makrovizsgálatokkal

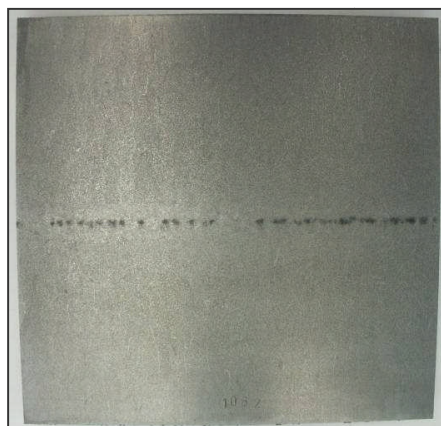
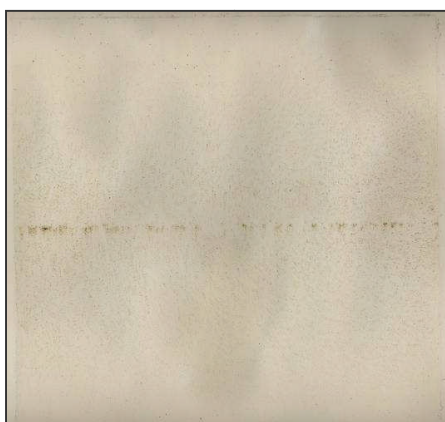
Az acél tisztaságának meghatározását folyamatosan öntött acélban illetve hengerelt termékek esetében végezzük el. A bramma (középvonali) dúsulásának vizsgálata a makroszkópos vizsgálatok közé tartozik, míg az acélban jelen lévő zárvá-

nyok vizsgálata mikroszkópos technika, sokszor képelemző szoftver használatával történik.

Baumann-féle lenyomat

Az acélokban előforduló kéndúsulás kimutatására alkalmas ez az eljárás. A vizsgálat során hagyományos (előzőleg 5-10 %-os H_2SO_4 oldatba áztatott) brómezüst fotopapírt használunk. Az így előkészített fotopapírt a csiszolt, zsírtalanított vizsgálandó felületre kell szorítani légmentesen, majd 3-5 perc múlva eltávolítani róla. Ezt követően fixálni kell a lenyomatot (ez nátronfürdőben való áztatást jelent), majd folyó vízzel történő mosás és végül a papír szárítása következik. A kéndúsulást a fotopapíron keletkező ezüst szulfid, barna színű csapadék jelenléte mutatja.

A vizsgálat során kapott eredmény jelzi a kéndúsulás jelenlétét, viszont a dúsulás mértékéről nem kapunk pontos információt. Az 1.a. ábra egy folyamatosan öntött brammából kivágott próbadarab Baumann-lenymatát mutatja, az 1.b. ábrán ugyanennek a brammaszeletnek az ammónium perszulfátos maratással láthatóvá tett makroszövege látható. Mindkét ábrán a brammaszelet középvonali dúsulása figyelhető meg, a Baumann lenyomat a kén dúsulás jelenlétére hívja fel a figyelmet.



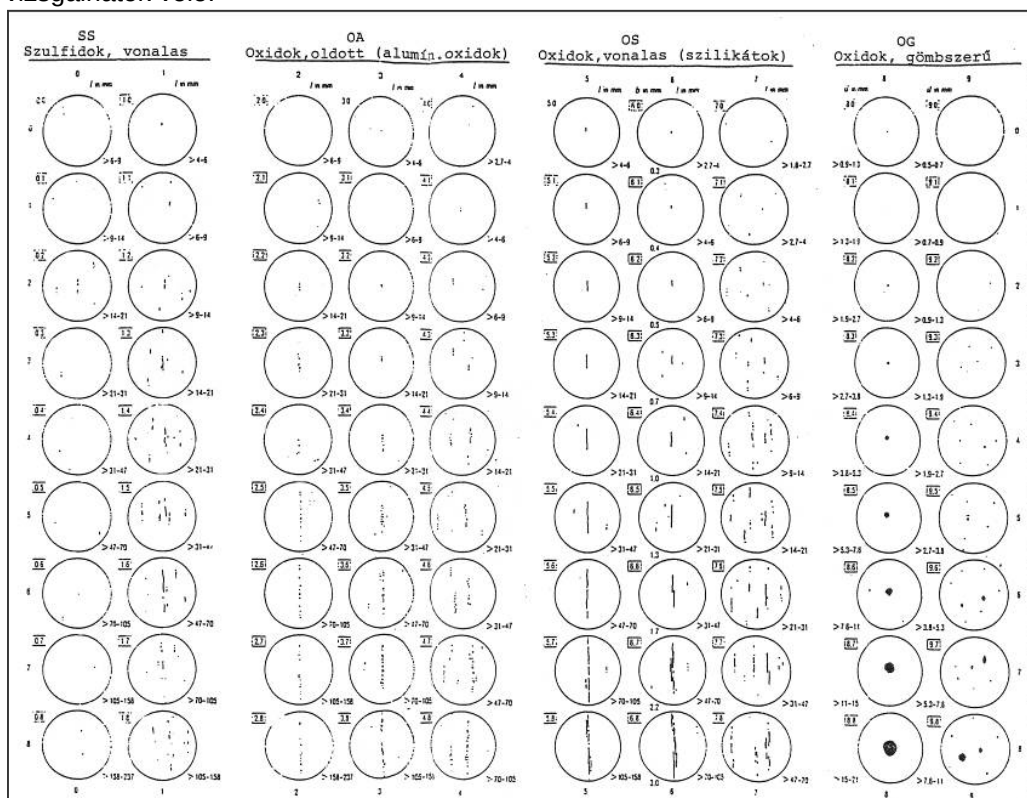
1. ábra Brammaszelet Baumann-lenymata, illetve makroszövege

főmunkatárs, ISD Dunaferri Duna Vasmű Zrt., Innovációs Igazgatóság

2. Fémmikroszkópos metallográfiai vizsgálatok

Ez a vizsgálati technika tekinthető a legáltalánosabbnak az acélok zárványvizsgálati módszerei közül. A vizsgálat az acélban lévő nemfémes zárványok típusának és méretének meghatározására irányul. A vizsgálatot csiszolt, polírozott acél felületen végezzük fémmikroszkóp segítségével. A fémmikroszkóp a lencserendszerével maximum kb. 1000x-es nagyítást tesz lehetővé. A mikroszkóp jellemzője, hogy a mélységelessége elhanyagolható, ami azt jelenti, hogy csak egy síkban lévő objektumok vizsgálhatók vele.

A zárványvizsgálatot adott (általában 100x-os) nagyítás mellett meghatározott szabványhoz tartozó képsorozattal, összehasonlító módszerrel végzik. A vizsgálat alapjául többféle szabvány előírásait lehet figyelembe venni, a vizsgálat megrendelőjének igénye szerint, ilyenek például az ASTM E 45-81, az MSZ 2668:1986, DIN 50602:1985 szabványok. Az alábbi ábra a DIN50602:1985 szabványhoz tartozó képsorozatot mutatja.



2. ábra Összehasonlító képsorozat zárványvizsgálathoz

A DIN 50602:1985 szabvány többféle zárványtípusra (szulfidra, szilikátokra és oxidra, azon belül alumínium oxidokra és egyéb gömbszerű oxidokra), 0-8-as fokozattal jellemezhető nagyságú zárványra alkalmazható. A 0 fokozat a legkisebb, a 8-as fokozat a legnagyobb zárványméretet jelenti mindegyik zárványtípus esetében. Az említett szabvány kétféle módszert foglal magában. Az „M” módszer alapján az acél zárványosságát a zárványtípusok maximális fokozatával kell jellemezni. A „K” módszer esetében a nemfémes zárványok felületének mérőszámát kell megadni 1000mm² vizsgált acélfelületre vonatkoztatva.

3. Számítógépes képelemzés

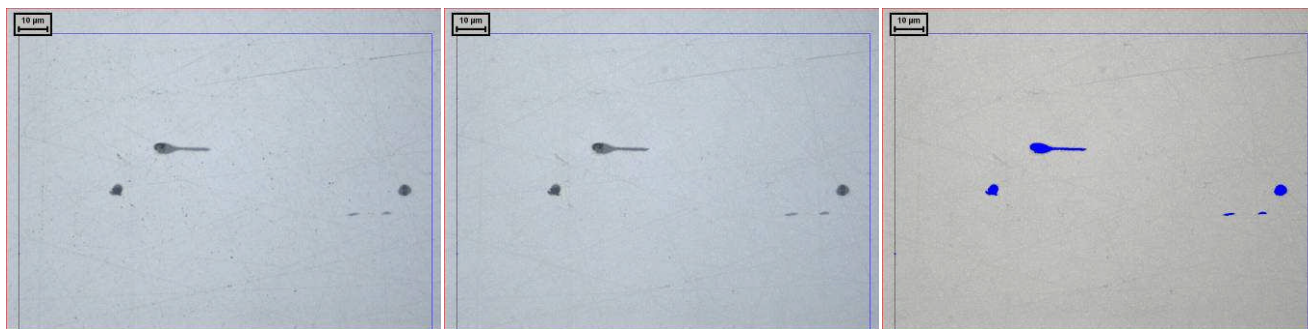
A zárványok méretének pontos megadására a képsorozattal történő összehasonlító eljárás nem alkalmas, hiszen az eredmény nagyban függ a vizsgálatot végző személytől, a módszer nem

objektív. A zárványok alakjának, méretének és eloszlásának meghatározására alkalmazható a fémmikroszkóphoz illesztett képelemző szoftver.

Ennél a vizsgálatnál lehetőség van a csiszolat előkészítési hibáinak kiküszöbölésére, azok figyelmen kívül hagyására. A fémmikroszkóppal történő felvételt készítés során kapott képet, a szürkeképet alkotó képpontok mindegyikéhez egy adott, 0 és 255 közötti szürkeségi szint tartozik, a 0 jelenti a fekete színt, a 255 pedig a fehéret. Az elkészített fémmikroszkópos kép gyakran lényegtelen információkat, karcokat, próba-előkészítésből adódó hibákat tartalmaz. A képelemzős mérések megkezdése előtt szükség van képátalakító műveletek alkalmazására, hogy ezeket a hibákat eltávolítsuk a képből, mivel ezek a mérési eredményt befolyásolják. Ezeket szürkekép átalakító műveleteknek nevezzük, lényegük, hogy vagy a képpon-

tok szűrkeségi szintjén hajtunk végre transzformációt, vagy a szűrkeképet a szomszédos képpont szűrkeségi szintjének függvényében egy módosító kernel segítségével alakítjuk át. A számítógépes képelemzés következő lépésében a mérendő, számunkra lényeges információt el kell különíteni a háttértől, a kép lényegtelen információt tartalmazó részeitől. Ezt a műveletet detektálásnak nevezzük. Azokhoz a képpontokhoz, amelyek a mérendő fázishoz tartoznak, az 1-es értéket, többi képpont-

hoz pedig a 0 értéket rendeljük. A detektálás leggyakrabban a szűrkeségi szint szerint történik, egy bizonyos küszöbérték felett-, alatt, vagy két szint közötti szűrkeségi szint értékeket vesszünk figyelembe a mérés során. A detektálás után a képet bináris képnek nevezzük. Az alábbi képsorozaton kísérhetjük figyelemmel egy szűrkekép átalakító művelet hatását az eredeti képre, illetve a detektálás műveletét, jelen esetben zárványok esetében.



3. ábra Nem fémes zárványokról készített fémmikroszkópos felvételek

(balról jobbra haladva: 1.: eredeti kép, 2.: a FillBlack szűrkekép átalakító művelettel a polírozásból adódó apró, a zárvány színével egyező színű pontok eltávolítása, 3.: a zárványok detektált képe)

A detektálás után a kijelölt (jelen esetben kék színnel jelölt) objektumok jellemző paramétereit adjuk meg, ez a mérés folyamata. A mérés során információt kapunk az objektumok (pl. zárványok) hosszúságát, szélességét, területét, kerületét, egy kitüntetett pontjának koordinátáit, stb. a látómezőben, egy bizonyos irányhoz tartozó méretét, a körszerűségét, a kitöltöttségét, stb.

A napjainkban alkalmazott képelemző szoftverek lehetőséget adnak nem csak egy, általunk kiválasztott kép esetében mérést végezni, hanem képsorozaton egy meghatározott szabvány előírásainak megfelelően. A képelemző szoftverek lehetőséget adnak a már említett DIN 50602:1985 szabvány K módszerének elvégzésére objektív módon. A képelemző a megfelelő beállításokat követően automatikusan, látómezőnként elvégzi az egyes zárványok jellemző adatainak mérését, kapott adatokból számítja ki a különböző zárványtípusok mennyiségének mérőszámát.

A gyakorlatban a különböző típusú (illetve színű) zárványok (leggyakrabban szulfidok vagy oxidok) adatait a képelemző az eredmények kiértékelésénél külön-külön kezeli, mivel a zárványvizsgálat megkezdése előtt minden esetben meg kell adni az egyes zárványtípusokhoz tartozó szűrkeségi szinteket (detektálás művelete). A szulfid zárványok színe világosszürke az oxidoké pedig sötétszürke, ezt használjuk ki a detektálás során úgy, hogy megadjuk azt a szűrkeségi szint intervallumot, amibe a szulfid zárványok színe tartozik, illetve ezzel párhuzamosan egy másik

intervallumot, amin az oxid zárványok színe értelmezett. Így a szoftver a két féle zárványt külön tudja kezelni. A zárványokat az alakjuk szerint is el lehetne különíteni, ugyanis az oxid zárványok gömb alakúak, a szulfidok a képlékenyséjük miatt a hengerlés irányába elnyúltak, de a vizsgálataink során az egyszerűbb, szín szerinti elkülönítést használjuk.

A képelemzés leglényegesebb feltétele, hogy az egyes műveleteket úgy végezzük, hogy a mérendő fázis mérete, alakja ne torzuljon a képátalakítás során, hogy a mérési eredmény a valósághoz minél közelebb kerüljön.

A vizsgálat sokkal inkább objektív, mint a hagyományos összehasonlító eljárással végzett zárványvizsgálat, hátránya viszont –a fémmikroszkópos, képsorozattal történő összehasonlító eljáráshoz hasonlóan–, hogy időigényes. A pontosság azonban sok esetben ellensúlyozza az eljárás hátrányát.

4. Pásztázó elektronmikroszkópia és energiadiszperzív röntgenspektrometria

A pásztázó elektronmikroszkóp, illetve hozzá illesztett röntgen spektrométer alkalmazásával egyes zárványok alaposabb megismerésére nyílik lehetőség. Abban az esetben, ha a fémmikroszkópos vizsgálattal nem határozható meg egyértelműen egy nem fémes zárvány típusa, a mikroszondás mérés használata a legcélravezetőbb. Az elektronmikroszkópok felbontóképessége nanométeres

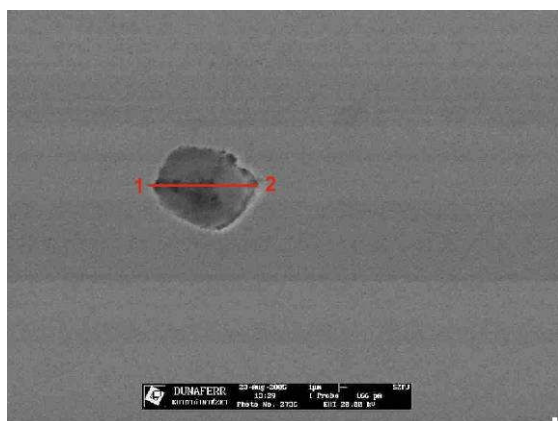
nagyságrendű, nagyításuk többszázszoros lehet.

Természetesen ennél a vizsgálatnál is szem előtt kell tartani a zárványvizsgálat célját, a SEM és EDS vizsgálatokkal nem jellemezhető egy csiszolat átlagos tisztasági foka. A módszerek alkalmazásának szükségességét a fémmikroszkópos vizsgálatok eredményei kell, hogy indokolják, azok alapján lehet kiválasztani egy-egy vizsgálandó zárványt, amelynek összetétele –egy adott pontban, vagy pontsorozat által egy vonal mentén– mikroszondával meghatározható.

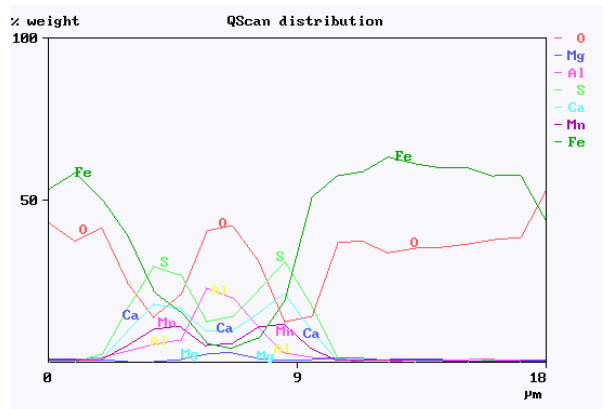
A SEM-EDS vizsgálatok alkalmazása napjainkban egyre fontosabb. Az 1985-ben kiadott DIN 50602 szabvány képsorozatainak szerkesztése óta az acélgyártási, űstmetallurgiai technológiák fejlődése miatt a jellemző zárványtípusok tekintében is változások figyelhetők meg. A különböző porbeles huzalok űstmetallurgiai alkalmazása miatt napjainkban egyre inkább jellemzők a komplex alumínát zárványok, ilyen típusú zárványokkal

azonban nem foglalkozik a fent említett zárványvizsgálati szabványok egyike sem. Tartalmaznak ugyan egy „egyéb, gömbszerű oxid” elnevezésű kategóriát, de a gyakorlatban azt tapasztaljuk, hogy a komplex alumínát zárványok alakja eltér a képsorozatban látható alaktól, így az összehasonlítást nem tudjuk elvégezni. Mikroszondás mérésekkel megállapítható a komplex zárványok kémiai összetételének változása azok szélétől a közepe felé haladva. Az ilyen típusú zárványok átmérője mentén végzett vonal menti EDS elemzés eredményeiből következtetni lehet annak kialakulási mechanizmusára.

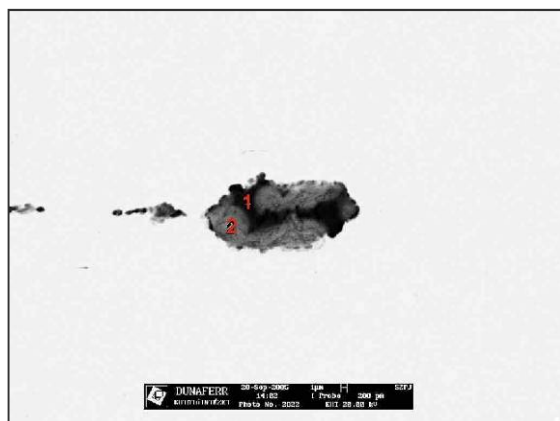
A 4. ábrán komplex zárvány látható, az összetételének változását az 5. ábrán látható vonal menti mérési eredmény mutatja. A 6. ábrán ugyancsak egy komplex zárványról készült elektronmikroszkópos felvétel látható, a pontbeli kémiai összetétel mérési eredményeket az 1. táblázat mutatja.



4. ábra Komplex zárvány melegen hengerelt acélban (eredeti nagyítás: 2720x)



5. ábra A 4. ábrán látható komplex zárvány vonal menti kémiai összetétele (az ábrán látható 1 és 2 jelű pontok között végzett összetétel elemzés)



6. ábra Komplex zárvány melegen hengerelt acélban (eredeti nagyítás: 2800x)

1. táblázat: a 6. ábrán látható zárvány 1 és 2 jelű pontjainak kémiai összetétele

Mérési pont	Ca	O	S	Al	Si	Mg	Fe
	tömeg-%						
1.	30,81	23,98	23,24	14,87	3,17	2,0	1,93
2.	45,65	8,33	40,38	-	3,50	-	2,25

5. Összefoglalás

A cikk a tájékoztató jellegű makro vizsgálatoktól kezdve áttekintést nyújt az acél zárványosságának meghatározásában rutinszerűen alkalmazott klasszikus metallográfiai módszerekről. A makro vizsgálatokkal általában csak a dúsulások tényéről szerzünk információt. A dúsult elemek minőségéről, vagy mennyiségéről mikroszondás mérések eredménye alapján tudunk választ adni.

A klasszikus metallográfiai vizsgálatok alkalmazásával képet kaphatunk az acélt terhelő nem

fémes zárványok méretéről, eloszlásáról, az elhelyezkedéséről (lemez vagy hajlítási él közelében, vagy a lemez középvonalában találhatók-e), illetve típusukról. Ha a mikroszkópos vizsgálatokat kémiai összetétel meghatározással (mikroszondás mérésekkel) egészítjük ki, akkor egy-egy jellemző zárvány kémiai összetételén keresztül megállapíthatjuk, hogy melyek azok a technológiai lépések, amelyeken a jövőben változtatni kell annak érdekében, hogy a hasonló jellegű zárványok keletkezését megakadályozzuk.

Szakítóvizsgálati próbatestek felületi érdességének hatása a vizsgálati eredményekre Effect of tensile test specimen surface roughness on the test results

Márkus Dénes¹ - Narancsik Zsolt²

Kulcsszavak: Felületi érdesség, szakítóvizsgálat, Lankford – szám, keményedési kitevő, korreláció
Keywords: surface roughness, tensile test, Lankford-ratio, exponent of hardness, correlation

Összefoglalás

A cikk a mechanikai értékek változását vizsgálja különböző forgácsolási technológiával gyártott, így eltérő felületi érdességű szakítóvizsgálati próbatesteken.

A próbatestek előkészítése

A lemezből kimunkált próbatestek méreteit, méret- és alaktűréseit a vizsgálati szabványok (EN 10002-1, ASTM E8) részletesen előírják, de a próbatest forgácsolt felületének érdességét nem szabályozzák.

A különböző forgácsolási technológiával különböző felületi minőség érhető el.

A próbatest forgácsolt oldalainak felületi érdessége befolyásolja-e, ha igen, milyen mértékben a szakítóvizsgálattal mért mechanikai értékeket?

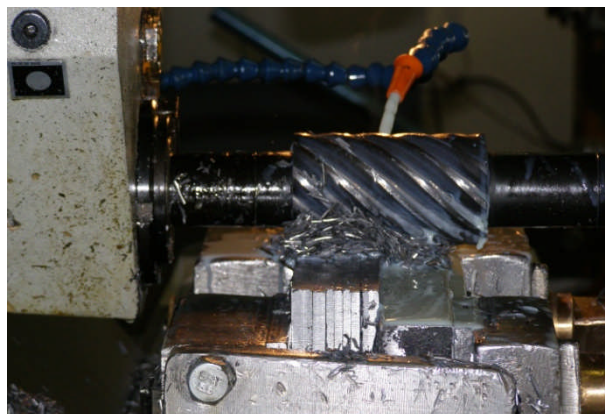
„A próbatestet úgy kell előkészíteni, hogy az a fém tulajdonságait ne befolyásolja. Minden olyan részt, amely a próbatest kialakítása során felkeményedett, forgácsolással el kell távolítani.” [1]

Az ISD DUNAFERR Zrt. Anyagvizsgáló és Kalibrálólaboratóriumok Igazgatósága (volt QUALITEST Lab. Kft) Mechanikai Anyagvizsgáló Főosztályán vizsgáljuk a DUNAFERR által gyártott lemeztekerceket minősítéséhez kivett mintákat. A lemeztekercekből kivágott és leollózott szakítóvizsgálati lemezcsíkokat összefogva, élükre állítva, „kötegelve” forgácsoljuk. A köteg egyik oldalának kialakítása után a köteget megfordítva alakítjuk ki a másik oldalát.

Jelenleg a kötegeket palástmarással munkáljuk meg, de kísérleti jelleggel szerelt lapkás marószerszámokkal is végzünk próba előkészítést. A szerelt vagy váltólapkásnak is hívott forgácsolási eljárások korszerűek, ipari elterjedésük általános. A szerelt lapkás marók használata jellemzően CNC marógépeken lehetséges, mert ezek a gépek tudják biztosítani a megfelelő szerkezeti merevséget valamint a lapkákhoz előírt gyári fordulatszámot és előtolást.

¹ fejlesztőmérnök (ISD DUNAFERR Zrt.)

² főosztályvezető (ISD DUNAFERR Zrt.)



1. ábra Kötegelt megmunkálás palástmarással, HSS maróval

A kukorica maró használatakor a próbatest köteget oldalra fordítva, az körben megmarható, így a megfordítási mellékidő elmarad.

Az alakos homlokmaró kisebb fogásmélységgel, de tízszeres vágósebességgel használható. A nagymértékű vágósebesség különbség azt jelenti, hogy a megmunkálási főidő a felére csökken a palástmaráshoz képest.

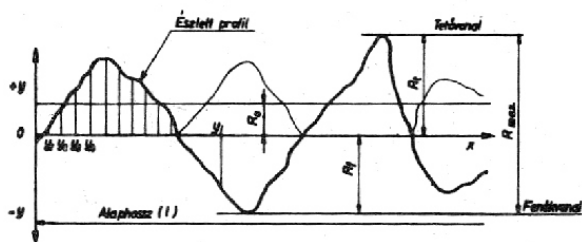
A kísérlet megtervezésekor arra voltunk kíváncsiak, hogy a fenti forgácsolási technikákkal milyen felületi érdességet kapunk és ez mennyire befolyásolja a mechanikai értékeket.

A kísérlethez az ISD DUNAFERR Zrt. Hideghengermű által biztosított DC04 minőségű, hidegen jól alakítható, 1.2 mm vastagságú lemeztáblát használtuk fel. A táblából ollózott lemezcsíkokból szakító próbatesteket munkáltunk ki, marással.

Irodalomkutatást végeztünk a forgácsolási eljárásokkal elérhető legjobb felületi érdességről, a szakirodalom a marással előállítható R_a felületi érdességet bő határok között, 0,4 – 10 μm -ben határozza meg.

Átlagos érdesség R_a : átlagos aritmetikai eltérés, az észlelt profil pontjainak a középvonaltól mért távolsága az alaphossz tartományában. A középvonaltól mért távolságok mérőszámát az

algebrai előjel figyelmen kívül hagyásával kell összegezni.



2. ábra Átlagos felületi érdesség

A középvonal (átlagvonal) az észlelt profilt – az alaphosszon belül – úgy osztja ketté, hogy a felette levő kiemelkedések és az alatta levő bemélyedések területe megegyezik.[2]

A marási technológiát a marógép főorsó fordulata, fogásmélysége, előtolás sebessége, a szerszám átmérője és fogszáma adja. A technológiai paramétereket és az általuk eredményezett felületi érdességeket az 1. táblázat tartalmazza:

1. táblázat Technológiai paraméterek és a mért felületi érdesség

Próbatest csomag	Ra felületi érdesség [μm]				Főorsó fordulata n [ford/perc]	előtolás e [mm/perc]	fogszám z	fogásmélység a [mm]	Maró átmérő d [mm]	Szerszám típusa	Művelet
11	0,82	0,81	0,58		63	63	10	1	63	HSS palástmaró	Palástmarás
12	1,80	3,31	0,61	4,01	80	125	10	3			
21	0,37	0,31	0,43		125	63	10	3			
22	0,58	0,73	0,78	0,72	125	200	10	3			
31	0,26	0,81	0,21		56	50	8	0,1	100		
32	0,53	0,44	0,47		56	100	8	3			
41	0,47	0,61	0,47		800	250	15	0,5	63	kukorica maró	
42	0,44	0,40	0,49		800	500	15	2,5			
51	0,47	0,29	0,18		800	200	7	0,5	114	homlokmaró	Homlokmarás
52	1,07	0,32	0,96		800	400	7	0,5			

2. táblázat Az alkalmazott berendezések

	Berendezés	Műszaki állapot [6]
11	Gorkij 6R83G konzolos marógép	Közepes méretű, erősen használt.
12		
21	Arsenal FUV321M egyetemes marógép	Közepes méretű, jó és merev.
22		
31	TOS KURIM FB400 egyetemes marógép	Nagyméretű, használt.
32		
41	MSN400 HUNOR PNC718 vezérlésű marógép	Közepes méretű, jó és merev.
42		
51	MSN400 HUNOR PNC718 vezérlésű marógép	Közepes méretű, jó és merev.
52		

A szerelt lapkás szerszámok műveleti sebessége és a képzett felület minősége egyértelműen mutatja, hogy a nagy darabszámú, jó felületi

minőségű és méretpontosságú próbatestek előkészítésére ez a technológia a legalkalmasabb.



3. ábra CNC marógép

A statisztikai elemzésekhez meghatároztuk a próbatestekre jellemző és legrosszabb Ra értékeket. A „kiugró *” legrosszabb értékek úgy keletkez-

tek, hogy a marószerszám forgácsdarabot nyomott bele a felületbe, ezek a hibák csak a próbatestek egy – egy rövidebb szakaszán jelentkeztek.



4. ábra Szerelt lapkás kukorica maró



5. ábra Szerelt lapkás alakos homlokmaró

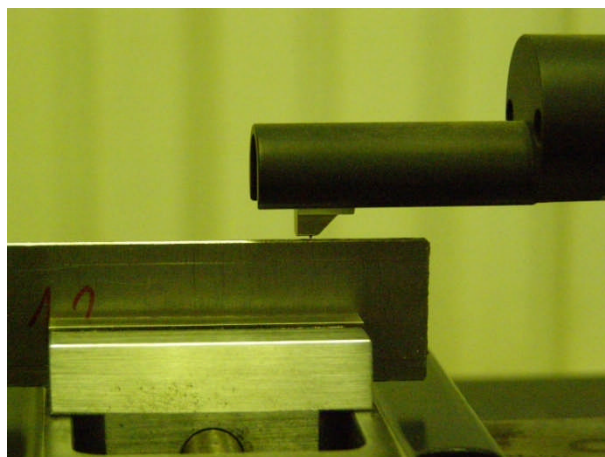
3. táblázat Felületi érdesség értékek

Próbatest csoport	R _a jellemző	R _a legrosszabb
11	0,64	0,82
12	1,08	4,01 *
21	0,37	0,43
22	0,72	0,78
32	0,48	0,53
41	0,47	0,61
42	0,44	0,49
51	0,20	0,47
52	0,32	1,07 *

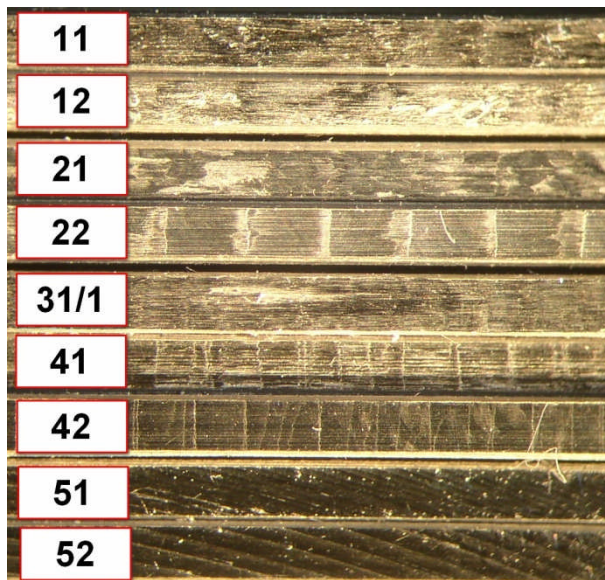
A felületi érdességmérő készülék, a mérési valamint a felületek képei itt láthatók:



6. ábra Felületi érdességmérő



7. ábra Érdesség mérése



8. ábra Forgácsolt felületek

Mechanikai tulajdonságok vizsgálata

A fenti marási technológiákkal gyártott 9 * 16 darab próbatest készletből jellemzően 11 - 11 próbatestet elszakítottunk a Messphysik Beta 50 típusú, 50 kN maximális terhelhetőségű szakítógépen. A szakítógép a hosszirányú alakváltozás mérését az LSE lézer-extenzométerrel végezte, a

keresztirányú alakváltozást a próbatest teljes szélességén az ME 45 video-extenzométerrel mérte. A berendezés osztálypontossága megfelel a szabványban leírtaknak.

A vizsgálatsorozat eredményeit, számszerűen 99 szakító próbatest statisztikai jellemzőit próbatest csoportonként határoztuk meg:

4. táblázat Szakító eredmények értékelése

Csoport	Rp ₀₂ [Mpa]				R _m [Mpa]				A ₈₀ [%]				r				n			
	Terj.	Átlag	Med.	σ	Terj.	Átlag	Med.	σ	Terj.	Átlag	Med.	σ	Terj.	Átlag	Med.	σ	Terj.	Átlag	Med.	σ
51	6	174	174	1,66	7	301	301	2,12	5	40,8	40,8	1,33	0,26	1,92	1,91	0,08	0,002	0,219	0,220	0,001
52	7	174	174	2,25	3	300	300	1,29	5	41,5	41,5	1,30	0,28	2,03	2,03	0,09	0,006	0,218	0,218	0,002
21	3	172	172	1,05	5	300	299	1,58	6	43,5	42,9	1,80	0,15	1,95	1,96	0,05	0,003	0,218	0,218	0,001
42	11	172	171	3,39	5	300	300	1,60	5	41,8	42,0	1,62	0,31	1,97	1,93	0,11	0,009	0,217	0,217	0,002
41	7	177	176	3,10	7	302	302	3,11	3	41,4	41,1	1,14	0,17	1,91	1,92	0,06	0,003	0,216	0,217	0,001
32	7	172	172	2,26	9	300	300	2,45	5	42,1	42,5	1,40	0,38	1,99	1,98	0,11	0,004	0,216	0,216	0,002
11	8	173	173	2,35	6	300	300	1,56	6	42,9	43,0	1,77	0,42	1,97	1,96	0,13	0,008	0,217	0,217	0,003
22	3	177	177	0,81	6	301	301	1,87	3	42,3	42,4	0,89	0,26	1,97	1,94	0,10	0,004	0,214	0,214	0,001
12	11	173	171	4,20	9	299	299	2,60	4	42,1	41,9	1,14	0,47	1,93	1,99	0,18	0,006	0,215	0,214	0,003
Korreláció	0,36 0,11 -0,14 0,46				0,50 -0,49 -0,29 0,31				-0,26 0,31 0,32 -0,35				0,64 -0,11 0,25 0,85				0,32 -0,84 -0,88 0,61			
Ra jell.																				
Korreláció	0,52 -0,09 -0,32 0,62				0,43 -0,66 -0,39 0,29				-0,09 0,01 -0,05 -0,34				0,62 -0,15 0,44 0,82				0,22 -0,45 -0,54 0,48			
Ra legr.																				

A táblázat jelölései:

- Terj.: a mérések terjedelme csoportonként
- Átlag: a mérések átlaga csoportonként
- Med.: a mérések mediánja csoportonként
- σ : a mérések becsült szórása csoportonként

Az Rp₀₂ egyezményes folyáshatár, az R_m szakítószilárdság Mpa-ban [N/mm²], az A₈₀ szakadási nyúlás %-ban, 80 mm-es eredeti jeltávolságon mérve. [1]

Az r érték a képlékeny alakváltozási viszony-szám vagy Lankford-féle szám. [4]

Az n érték a keményedési kitevő vagy a Nádai féle szám. [5]

A mért értékek és a felületi érdesség között kapcsolatot kerestünk, ezt a Pearson féle korrelációs együttható adta meg.

$$korr.koeff. = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

- A korrelációs együttható legalacsonyabb értéke: 0 (nincs lineáris korreláció), a legmagasabb +1,0 vagy -1,0 (tökéletes pozitív, ill. negatív lineáris korreláció)

- A korrelációs együttható értéke független a mértékegységektől [3]

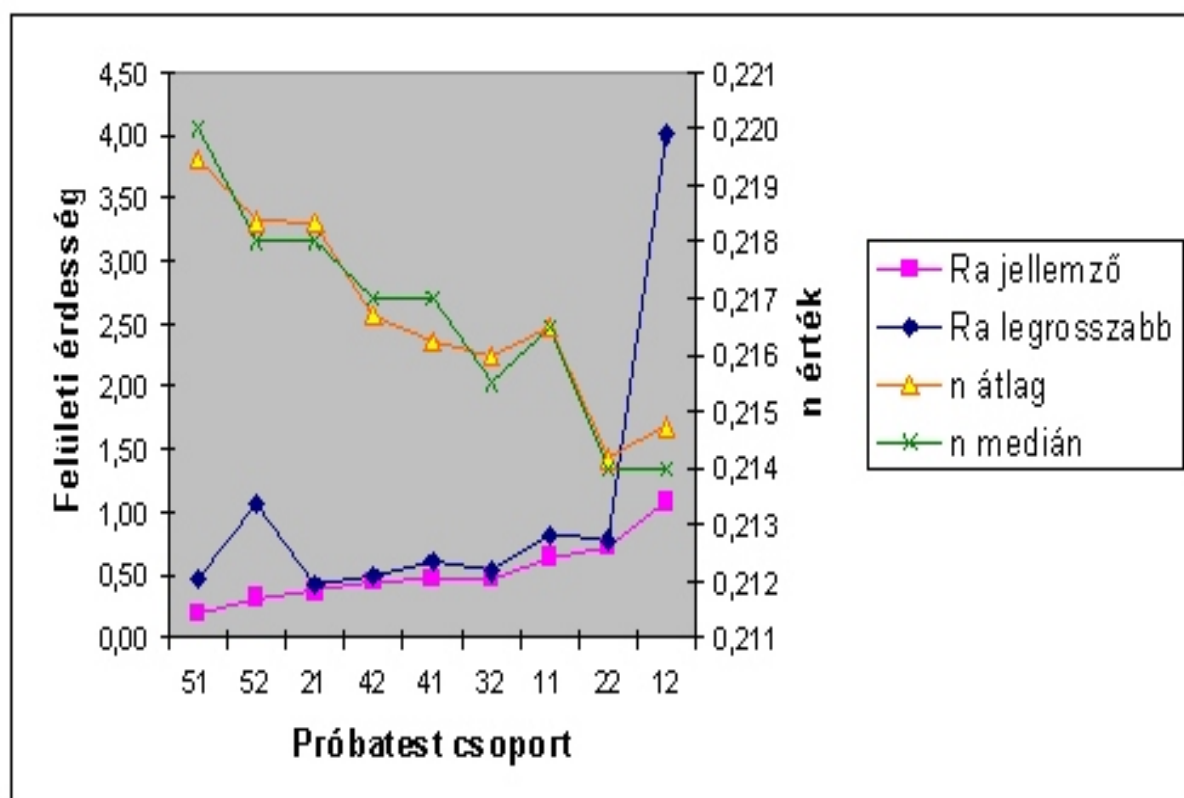
A lineáris (Pearson) korrelációs együttható ki-számíthatóságának feltételei

- Az x és y értékeknek is függetleneknek kell lenni egymástól
- Mind az x, mind az y mintáknak normál el-oszlást kell mutatniuk.

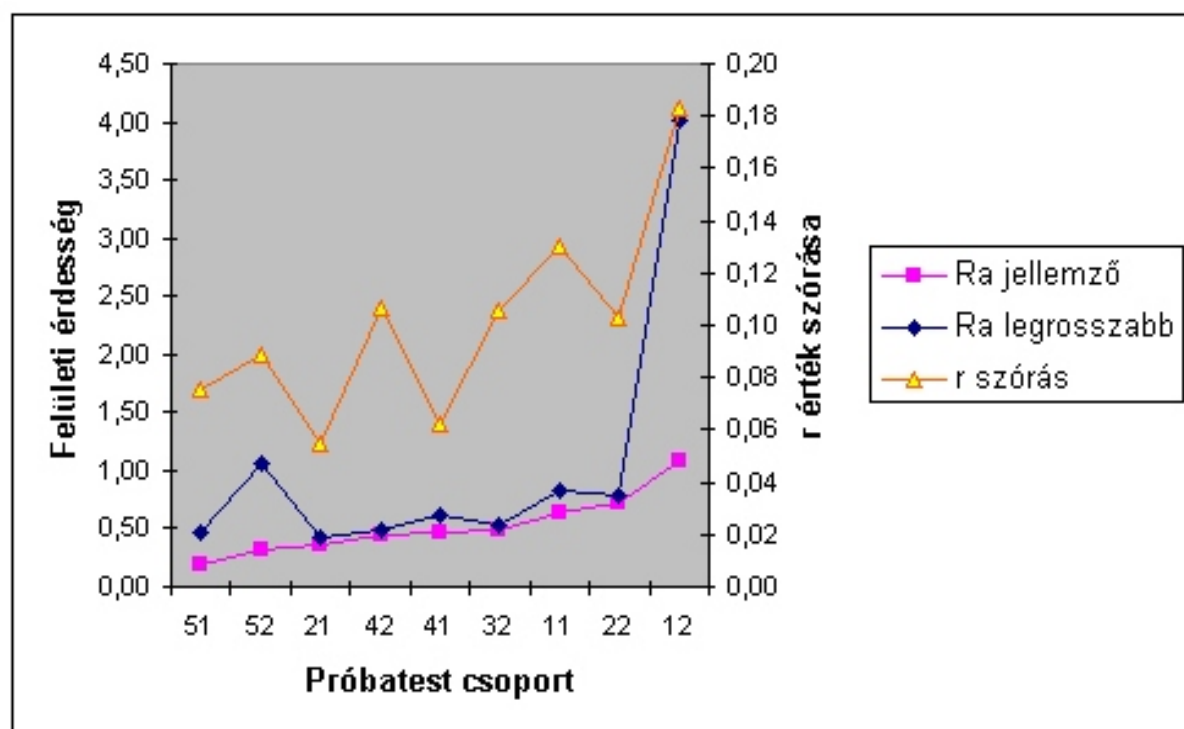
A vizsgált próbatestek eredményeinek és felü-leti érdességük között keresett korreláció az alábbi eredményeket adta:

- a folyáshatár értékeinek szórása és a felü-leti érdesség gyenge kapcsolatban van
- az n értéket erős, fordított kapcsolat fűzi a próbatestek felületi érdességéhez, vagyis az érdesség csökkenésével nagyobb „jobb” lesz az n érték (9. ábra)
- az r érték szórása és az érdesség közötti kapcsolat erős (10. ábra)

A legoptimálisabb n értéket a CNC marógép – homlokmaró összeállítás technológiából száma-zó felületi érdesség eredményezte, míg a legrosz-szabbat a felújításra váró Gorkij marógép – HSS palástmaró szerszámmal.



9. ábra A felületi érdesség és a keményedési kitevő összefüggése



10. ábra A felületi érdesség és a Lankford-szám összefüggése

Összefoglalás

Kísérletsorozatunk lezárása után néhány megállapítást teszünk:

- egyértelmű összefüggést találtunk a próbatest marással forgácsolt oldalainak érdessége és az n érték között
- az r értékek szórását befolyásolja a próbatestek felületi érdessége
- a próbatest vizsgálati szakaszát mindkét oldalán azonos technológiával kell végigmenni, különben értékelhetetlenek az egyenletes alakváltozásig számolt értékek
- az új gyártású, csúszófelületeiben még nem kopott hagyományos marógéppel és HSS marószerszámmal megközelíthető felületi minőség érhető el, mint a szerelt lapkás homlokmaróval dolgozó CNC marógéppel. Azonban a hagyományos marógéppel jelentősen lassabban lehet ugyanazt a felületi minőséget elérni.

A lemezterméket modellező próbatest mechanikai értékei közül az n érték korrelál a felületi érdességgel. Az n érték abszolút értékű eltérése a próbacsoportokra vetítve egy kerekítési egység (0,215 és 0,220), ami relatív 2% eredményeltérést jelent. Az eltérés nagysága akkora, hogy megjegyezhet az érték mérési bizonytalanságával.

A vizsgálati szabványokban és a laboratóriumok közötti körvizsgálatokban (Proficiency Test) a megmunkált próbatestek felületi érdességét is elő kellene írni.

Irodalom

- [1.] MSZ EN 10002-1:2001 Fémek. Szakítóvizsgálat. 1. rész: Vizsgálat szobahőmérsékleten
- [2.] László Lóránd: Tűréstechnikai számítások korszerű alapfogalmai és törvényszerűségei – BME MTI
- [3.] Dr. Füst Ágnes: Két változó közötti kapcsolat mérési módjai: a korreláció és regresszió- Microsoft PowerPoint bemutató
- [4.] ISO 10113:2006 Fémek - Lemezek és szalagok - A képlékeny alakváltozási viszonyszám meghatározása
- [5.] ISO 10275:2007 Fémek - Lemezek és szalagok - A keményedési kitevő meghatározása
- [6.] Dudás László – Valázsik Árpád: Forgácsolási technológia I.

Karbon – kén elemzés környezetvédelmi alkalmazásai Environmental Protection Application of the Chemical Analysis of Carbon- Sulphur

Szabó Mária¹ - Pallósi József¹ - Jerome Barraque²

Kulcsszavak: szén, kén., környezetvédelem, kémiai elemzés, talaj

Keywords: carbon, sulphur, environmental protection, chemical analysis, ground

1. Bevezetés

Az utóbbi időben igen nagy jelentőséget kapott olyan minták vizsgálata, melyeket környezetvédelmi beruházások folyamatainak különböző szakaszaiból kapunk.

Például az egykori cink- és ólomérc bányák végleges bezárási tevékenységének tervezéséhez fontos információval bír a talaj összetételének megadásán túl a talajban található kén tartalmú szennyeződés kapcsolódási formáinak ismerete is. Egy pirit indukálta savasodási folyamat komoly kockázatot jelent a környezetre, mivel a megjelenő nehézfém tartalmú szivárgó vizek szennyezhetik a felszíni és felszín alatti vizeket, tehát mennyiségük és arányuk meghatározása komoly segítséget nyújt az irányító szakembereknek.

A másik fontos terület, mikor szintén talaj – és kőzetmintákból, továbbá kéménylerakódásokból, szűrőpapíron felfogott aeroszolokból, illetve bármilyen porított mintákból kéri a szerves és szervetlen alkotók elkülönítését, mennyiségük megadását.

A továbbiakban bővebben a talajminták S és SO₄ tartalmának gyors meghatározásáról és a teljes szerves szén (TOC), teljes szervetlen szén (TIC) tartalom vizsgálatának elemzési lehetőségeiről lesz szó.

2. Talajminták S és SO₄ tartalmának gyors meghatározása

2.1. Hullámhossz diszperzív röntgen-fluoreszcenciás spektrometriai módszer

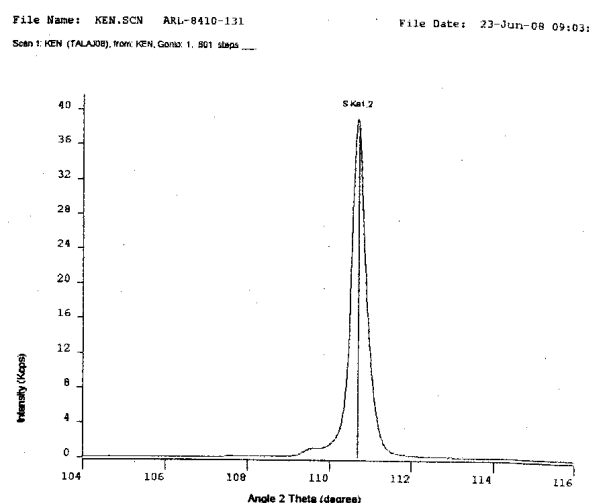
Környezetvédelmi szempontból tehát igen lényeges tisztában lennünk azzal, hogy a talajban lévő S-tartalmú szennyeződés mihez kapcsolódik. Eltérő kezelést igényel, ha a kén oxigénhez kötődik, például szulfát formájában van jelen, vagy nem kapcsolódik oxigénhez, tehát szulfidos (pirit) formában van jelen. Ennek gyors meghatározására két analitikai módszer áll rendelkezésünkre.

Az első módszernél egy hullámhossz diszperzív röntgen-fluoreszcenciás spektrométert használtunk a kén különböző formáinak meghatározására.

A Rh-anódú röntgen csöves gerjesztést használó, ARL 8410 – es szekvenciális röntgen spektrométerben, FPC detektor és Ge111 analízátor kristály alkalmazásával történik a röntgen spektrum felbontása. Ekkor, úgynevezett kémiai eltolódás lép fel a kén vonalánál: az oxigénhez kapcsolódó kén K α vonala a 110,660 szögértéknél mérhető. A nem oxigénhez kapcsolódó kén K α vonala pedig 111,760-111,770 szögérték tartományba tolódik el. Ez lehetővé teszi, hogy a különböző formában jelen lévő kenet egymástól elválasztva, külön-külön tudjuk mérni.

Maga a mérés viszonylag hosszú (kb. 20 perc), melynek oka, hogy a mérőprogramunk a Na-nál nagyobb rendszámú 72 elem és pluszban az oxigénhez kapcsolódó és oxigénhez nem kapcsolódó kén meghatározására szolgál. Tehát végig kell mérni az összes elemet, melyből kiválaszthatók a kén értékek.

A mérés előtt a mintát megfelelően elő kell készíteni, porítani 100 μ m alá, szárítani 105 °C – on, majd pasztillát készíteni belőle 5 g minta és 1 g kötőanyag felhasználásával.



1. ábra. Minőségi röntgen spektrum

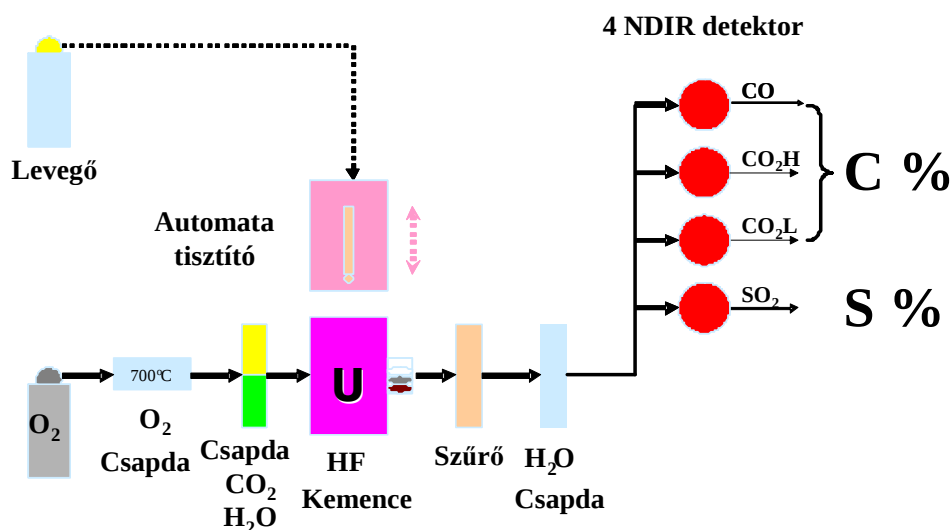
¹ ISD Dunafer Zrt

² HORIBA Jobin Yvon

Az első ábrán, egy olyan mintáról készített minőségi röntgen spektrum látható, melyben a kén szulfid és szulfát formájában is jelen van. Látható, hogy nem választhatók szét határozottan a különböző kén csúcsok, ezért egy másik módszer

alkalmazhatóságát is kipróbáltuk a kénformák vizsgálatára, mely a karbon – kén elemalizátoron végezhető mérés volt.

2.2. Mérés karbon – kén elemalizátoron



2. ábra. HORIBA EMIA-320V karbon-kén elemalizátor működési elve

(HORIBA Jobin Ivon engedélyével)

A 2. ábrán a karbon-kén elemalizátor működési elve látható.

A mintát oxigén áramban hevítjük, a benne található szén CO-á és CO₂-á ég el, hasonlóan a mintában található kén SO₂-á alakul. Az infravörös abszorpciós elvre alapuló mérésre zavaró hatással lévő H₂O-t, Mg(ClO₄)₂ szűrőn átvezetve távolítjuk el a rendszerből. Ezt követően, az oxigén áramot, mely tartalmazza a keletkezett CO-t, CO₂-ot és SO₂-ot, bevezetjük az infravörös detektorba, ahol megtörténik az infravörös fény abszorpciójának mérése.

A fény abszorpciójának a mértéke arányos lesz a gázáramban található CO és CO₂ koncentrációjával, mely a mintában lévő szén koncentrációjával arányos, hasonlóan a gázáramban lévő SO₂, pedig a mintában található kén koncentrációjával lesz arányos.

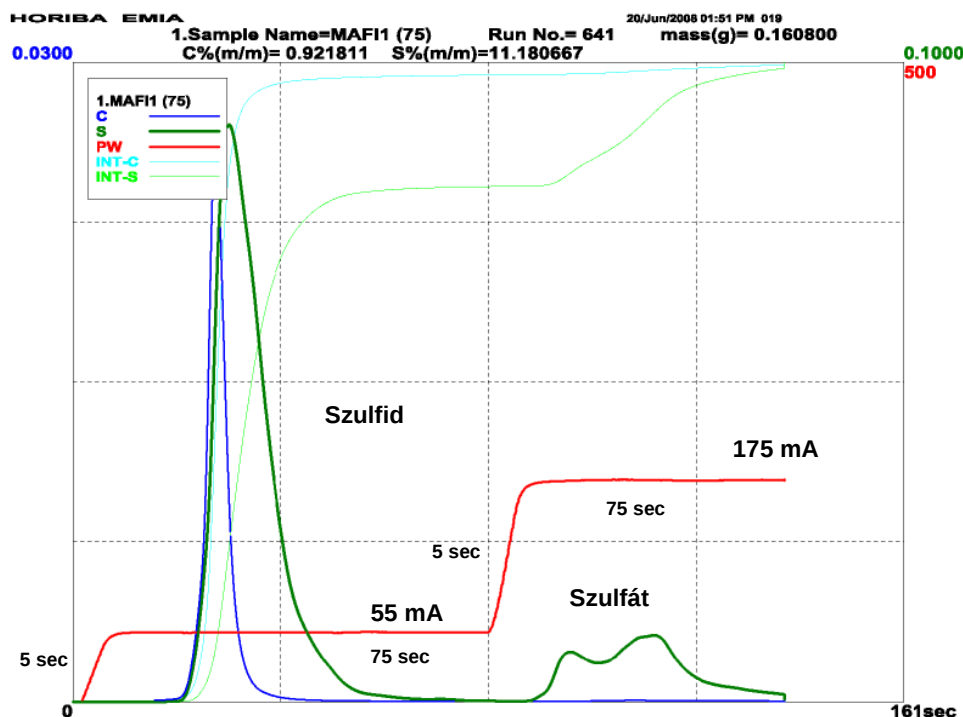
A leglényegesebb, hogy a készülékben található nagy frekvenciás égető kemencét tápláló adócső anódáramát változtatni tudjuk, így a mérés

során különböző hőmérsékleten tudjuk hevíteni a mintát, mely lehetőséget ad a mintában jelen lévő, különböző hőmérsékleten bomló, szulfidos és szulfátos formában jelen lévő kén szétválasztására.

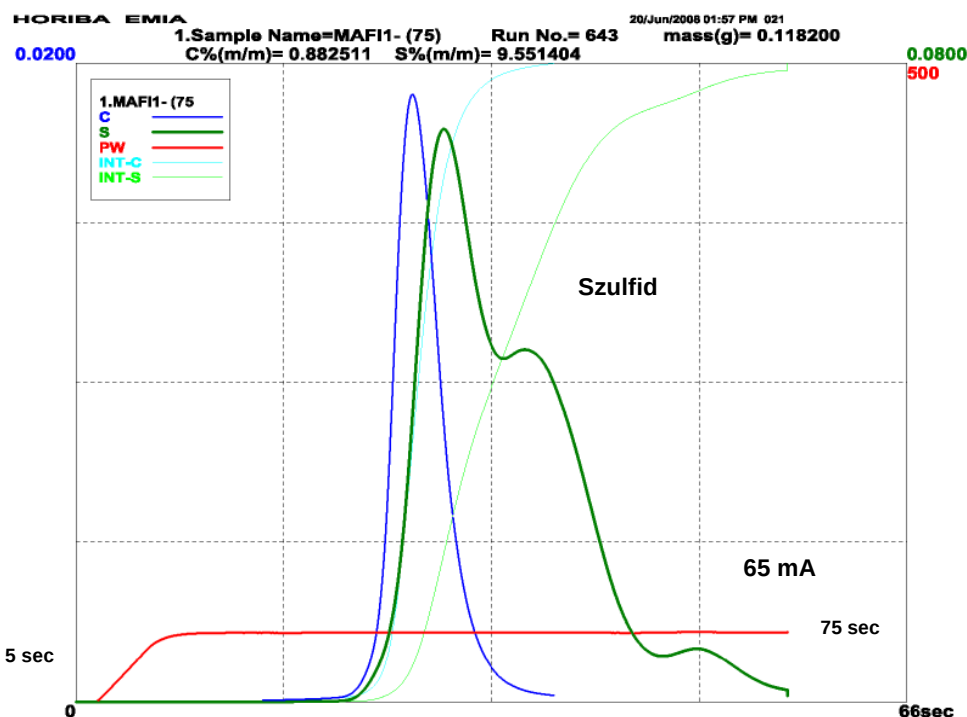
Ennek megvalósítására egy két hőmérséklet lépcsőből álló programot készítettünk.

A 3. ábrán látható módon az első lépcsőben 5 sec alatt megemeljük a kemence csőáramát 55 mA-ra, 75 sec-ig itt tartjuk, ez alatt tökéletesen elég a mintában szulfid formájában jelen lévő kén, majd 5 sec alatt a csőáramot 55 mA-ról 175 mA-ra emelve, a második lépcsőben 75 sec alatt elég a mintában szulfát formájában jelen lévő kén.

A bemért minta tömege mindössze 0,1 g, melyhez ún. mérést gyorsítókat (wolfram darát, tiszta vas forgácsot és ón golyókat) adunk, hogy a lehető legteljesebb legyen az égés. A mérési idő mindössze 2-3 perc.



3. ábra. Két hőmérséklet lépcsős mérés



4. ábra. Szulfidos formában jelen lévő kén meghatározása

Méréseket végeztünk annak meghatározására is ha külön-külön szeretnénk megadni a mintában szulfid és szulfát formájában jelen lévő kén értékét.

Ebben az esetben elegendő, ha az első hőmérséklet lépcsőben beállított paraméterekkel hajtjuk végre a mérést, mint ahogy a 4. ábrán is látható.

További kísérleti mérések és a hiteles anyagmintán végzett ellenőrzésekből arra következtetünk, hogy a 75 sec-os mérési idő alatt a mintában szulfid formájában jelen lévő kén teljes mennyiségének tökéletes leégéséhez szükséges a csőáramot 65 mA-ra megemelni.

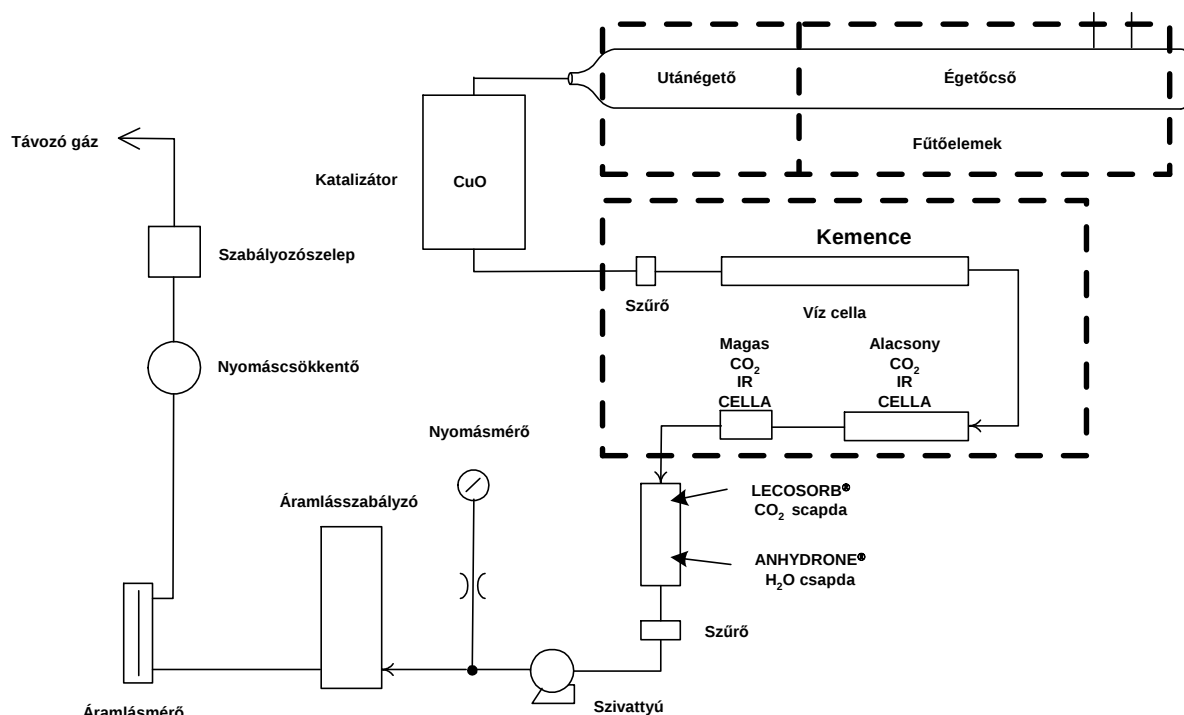
A két hőmérséklet lépcsős mérés során kapott teljes kén értékéből levonva az egy hőmérséklet lépcsős mérés során leégett szulfid formájában

jelen lévő kén értékét, megadható a mintában szulfátos formában található kén értéke.

3. TOC – TIC meghatározása talajmintákból

3.1 Mérés LECO RC-412 felületi karbonelemzővel

A másik, környezetvédelmi szempontból lényeges vizsgálat a mintákban szerves formában kötött szén (TOC) és szervesetlen vegyületeként jelen lévő széntartalom (TIC) meghatározása.



5. ábra. LECO RC-412 felületi karbonelemző készülék működési elve (LECO engedélyével)

Az 5. ábrán látható a felületi karbonelemző készülék működési elve. A mintát oxigén áramban hevítjük, az égés során keletkező CO_2 gázt és vizsgózt infravörös elnyelésük alapján detektáljuk.

A 6. ábrán, a felső görbe a CO_2 abszorpcióját mutatja, alatta ugyanazon minta víz abszorpciója látható, az idő függvényében.

Az első hőmérséklet fázisban ($0-550^\circ\text{C}$) a szerves vegyületek égnak el, mivel a keletkező CO_2 és H_2O abszorpciója együtt jelentkezik, tehát megadható a TOC értéke, mely ebben az esetben 0,14 %.

A második hőmérséklet fázisban ($550 - 1000^\circ\text{C}$), a szervesetlen vegyületek égnak el, melyet igazol, hogy a CO_2 abszorpcióval együtt nem

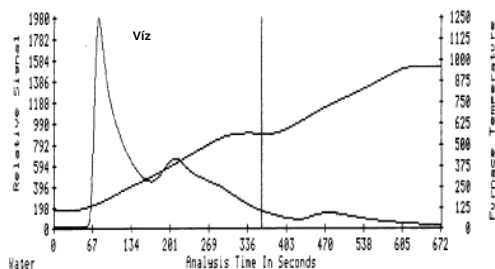
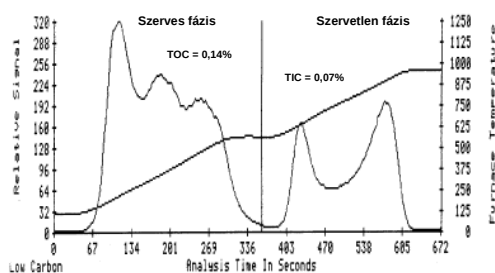
történt H_2O abszorpció. Megadható a TIC értéke, mely 0,07%.

A TOC és TIC együttesen adja meg a TC (teljes szén) értékét, mely így 0,21 %.

3.2 Mérés karbon – kén elemanalizátoron

A felületi karbonelemzőhöz hasonlóan a 2. ábrán látható karbon-kén elemanalizátor is lehetőséget ad a TOC, TIC értékek meghatározására.

A vizsgálatot kissé bonyolítja, hogy a TOC meghatározáshoz a mintából előzetesen tömény sósav hozzáadásával el kell távolítani a szervesetlen karbon, hogy mérés közben elkerüljük az infravörös detektor károsodását. A gyártó cég javaslatára érdemes egy ún. halogén csapdát is beépíteni a készülékbe, mellyen biztosan elkerülhető a károsodás.



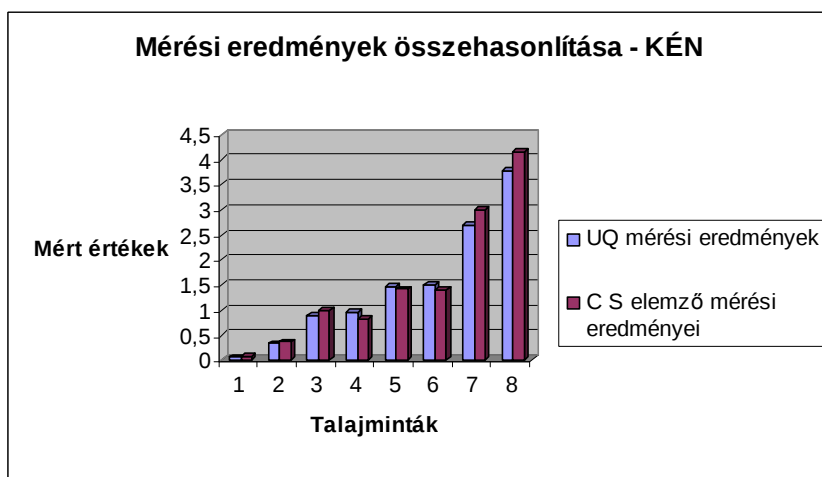
6. ábra TOC – TIC meghatározása

A mérés ebben az esetben is pár perc alatt elvégezhető, de maga a minta-előkészítés akár 10 órát is igénybe vehet, a cc. HCl – ban történő áztatás és annak tökéletes kiszáritása miatt.

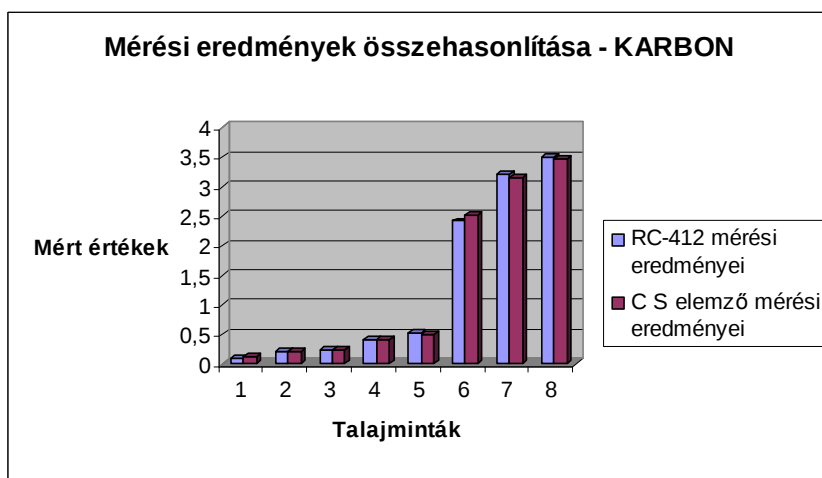
A TC közvetlen méréssel meghatározható, a TIC értéke pedig a mért TC és TOC különbségeként számolható.

4. Összefoglalás

Az első esetben a kén különböző formáinak szétválasztására méréseket végeztünk röntgen spektrométeren és karbon – kén elemanalizátoron. A 7. ábra egy összehasonlítás, ahol a két különböző mérési elvre alapuló vizsgálati módszer eredményeit (össz. kén értékeket) hasonlítottunk össze. Látható, hogy az eredmények jó egyezést mutatnak, de megállapítható, hogy a röntgenes módszerrel ellentétben, sokkal rövidebb idő alatt, értékelhetőbb eredményeket ad az elemanalizátor, ahol a kapott eredmények mellé a kén lefutási görbék is csatolhatók.



7. ábra Röntgenes módszer és C-S elemanalizátor mérési eredményeinek összehasonlítása



8. ábra. Felületi karbonelemző és C-S elemanalizátor mérési eredményeinek összehasonlítása

A második esetben a teljes szerves és szervetlen szénttartalom meghatározására végeztünk méréseket felületi karbonelemzőn és karbon – kén elemanalizátoron. A 8. ábrán látható, hogy az azonos mérési elvre alapuló vizsgálati módszerek eredményei (össz. karbon értékek) elvárható módon szinte teljes egyezést mutatnak.

Megállapítható, hogy a karbon – kén elemanalizátorhoz szükséges hosszadalmas minta-előkészítési procedúra nélkül, a felületi karbonelemzővel fél órán belül meghatározható a TOC, TIC értéke. További előny, hogy a kapott bomlási görbék alapján, következtetni tudunk a mintában előforduló vegyületek típusára, ha ismerjük azok bomlási hőmérsékletét.

KÖRVIZSGÁLATOK ÉS FELHASZNÁLÁSUK A LABORATÓRIUMOK MINŐSÉGIRÁNYÍTÁSÁBAN

ROUND ROBIN TESTS AND THEIR APPLICATIONS IN QUALITY ASSURANCE OF LABORATORIES

Fücsök Ferenc

Kulcsszavak: Körvizsgálat, minőségbiztosítás, laboratóriumok

Keywords: Round Robin Test, quality assurance, laboratories

Summary

The MAROVISZ Management decided to launch as a service the Round Robin Tests, but first elaborate the conditions and organization of interlaboratory work for the conduct. For this purpose, a basic document was written in accordance with the Rules. Long after the preparation of the Management was adopted the document containing the most important rules, and the President approved and put into effect in 10th of March, 2009.

1. Bevezetés

Már a IV. RAKK -on több felszólaló javasolta, hogy Szövetség foglalkozzon körvizsgálatok szervezésével. Szükség lenne erre, mivel csak külföldi szervezeteknél lehet jelentkezni ilyen szolgáltatásokra, pedig az akkreditáló szervezetek, és a megrendelők is elvárják a részvételét.

A Szövetség vezetősége elhatározta, hogy szolgáltatásként elindítja ezt a tevékenységet, de először a körvizsgálat körülményeit és szervezésének, lebonyolításának feltételeit rögzíti. Erre a célra egy írásba foglalt szabályzat látszott megfelelőnek. Hosszú előkészítés után a Vezetőség 2009. március 10.-én fogadta el a Körvizsgálatok Szabályzatát, amit az Elnök jóváhagyott és hatályba léptetett.

2. A Szabályzat ismertetése

Három követelménynek kellett megfelelnie a szabályzatnak:

- tartalmaznia kellett a minőségirányítási elveket,
- részletesen rendelkeznie kellett a bizalmas ügykezelésről,
- szakmailag korrekten le kellett írnia a szervezés, lebonyolítás és értékelés részleteit.

Néhány gondolat a minőségirányításról: Teljesen logikus elvárás, hogy a körvizsgálatok szervezésével foglalkozó szervezet rendelkezzen a tevékenységét tanúsító okirattal.

MAROVISZ (ffucso@mailbox.hu)

Mivel a tevékenység csak most indul, ezért még nincs tanúsítványa, így a szabályzatba kellett foglalni a minőségirányítás legfontosabb követelményeit. Ezért találhatók a szabályzatban olyan fejezetek, melyek nem tartoznak szorosan a körvizsgálatok szervezéséhez, mint a Vezetőség elkötelezettsége és ellenőrző szerepe, a dokumentumok kezelése, a nemmegfelelőségek és a reklamációk kezelésének rögzítése. Nem csak a félreérthetőség elkerülésére, hanem a minőségirányítási elvek alkalmazása miatt is szükség volt a szabályzat céljának, érvényességi területének és a felelőségek meghatározására is. Amennyiben valakit ezek a részletek érdekelnek, a Szövetség honlapján megtalálhatja a Körvizsgálatok Szabályzatát. Ebben a cikkben, terjedelmi okok miatt, csak néhány meghatározás értelmezésére és magyarázatára térhetünk ki.

Első kérdés, hogy mit is tekintünk körvizsgálatnak. A szabályzatban olvasható definíció szerint **körvizsgálat a jártassági vizsgálat végrehajtása a tervezésétől az értékelésig.** Tehát tovább kell olvasni, hogy megtudjuk a jártassági vizsgálat fogalmát is: **laboratóriumok közötti összehasonlítás, melynek célja a laboratóriumok egy adott vizsgálat, vagy mérés során nyújtott teljesítőképességének bizonyítása.**

Ezek után érdemes rögzíteni, hogy mi a körvizsgálatok célja. A meghatározások között olvasható, **hogy célja a rutinszerűen végzett vizsgálatok teljesítményének jelzése, ezzel segíteni a szolgáltatások minőségének javítását és az akkreditálási feltételek teljesítését.**

A fenti definíciókból következik, hogy egy laboratóriumnak olyan méréseket tartalmazó jártassági vizsgálatokban érdemes részt vennie, amelyeket napi rendszerességgel végez, és amelyre tanúsítása van. Nem kell tehát minden körvizsgálatra jelentkeznie, és a Szövetségnek sem kell minden különleges mérést a körvizsgálatok programjába illeszteni.

A jártassági vizsgálatokat általában laboratóriumok részére szervezzük. Az értékelés során nem vesszük figyelembe, hogy a laboratórium hány munkatársának méréséből hogyan képezte a beküldött adatokat, azokat egy mérésnek fogjuk

fel. A roncsolásmentes vizsgáló laboratóriumok feladatai között vannak azonban olyanok, melyek eredménye nagymértékben függ a vizsgálatot végző személytől, például a radiológiai filmek értékelése. Ilyen esetekben olyan körvizsgálatot szervezünk, ahol értékeljük a személyek teljesítményét is.

A jártassági vizsgálatokat már régóta szervezik, elsősorban a kémiai analitikát végző laboratóriumok részére. Ha valaki átnézi az ISO/IEC Guide 43-1:1997 [1] útmutatót, megtudhatja, hogy a jártassági vizsgálatoknak több fajtáját különbözteti meg, melyeket nemcsak körvizsgálati formában lehet megszervezni. A roncsolásmentes vizsgálatok jellege miatt a Szövetség csak egyfajta körvizsgálat szervezését határozta el, nem használja fel az összes lehetőséget, amit az említett ISO/IEC Guide felsorol.

A meghatározások között található még, hogy a körvizsgálat lebonyolításáért a Koordinátor egyszemélyben felelős, valamint munkáját három főből álló Szakértői csoport segíti, és bizonyos pontokon ellenőrzi.

Minden roncsolásmentes vizsgálatot ellenőrizni akaró módszer sarkalatos pontja, hogy mit tekint a mérő mennyiség valódi (helyes) értékének. A Metrológiai Értelmező Szótárból [2] vett, a mérési és értékelési körülményeinkre legjobb fogalom a **konvencionális valódi érték**, melynek definíciója: **valamely konkrét mennyiségnek tulajdonított, gyakran megegyezés alapján elfogadott olyan érték, amely az adott célnak megfelelő bizonytalanságú.**

A konvencionális valódi értéket esetenként szokás **tulajdonított értéknek**, **legjobb becslésnek**, **konvencionális értéknek** vagy **referencia értéknek** is nevezni, attól függően, hogy a szerzőnek éppen melyik a szimpatikus. A konvencionális valódi érték meghatározásához gyakran több mérési eredmény szükséges, például, számíthatjuk az összes résztvevő mérési eredményéből, a szélsőséges értékek törlése után.

A **bizalmas ügykezelés** fontos része a körvizsgálatoknak. A versenyen alapuló piacon, egy laboratórium jártassági ellenőrzésekor mutatott gyenge teljesítményének nyilvánosságra kerülése tönkre teheti a laboratóriumot. Ezért, a szabályzat szerint, a résztvevőknek egyedi azonosító kódot kell adni, amit a jelentkezésük visszaigazolásában kell velük közölni. A mérési eredményeket ezzel a kóddal kell titkosítani, és el kell érni, hogy minél kevesebb közreműködő személy ismerje a kód tulajdonosát.

A MAROVISZ elvárja, hogy a kódokat ismerő, a szervezetéhez tartozó személyek titoktartási nyilatkozatot tegyenek, és munkájukban kerüljék el

a kódok és tulajdonosaik nevének egyidejű alkalmazását. Reméljük, hogy ezzel elkerülhető a véletlenszerű nyilvánosságra kerülés is. A laboratóriumok vezetőiről pedig feltételezzük, hogy jól felfogott érdekük alapján úgy szervezik a körvizsgálati méréseket, hogy az eredményeket azonosító kódok ne kerüljenek ki az intézmény falain kívül. Ezúton is kérjük őket, hogy figyelmeztessék munkatársaikat a kódok bizalmas jellegére, és nyilvánosságra kerülésének esetleges káros hatására.

A **körvizsgálatok szervezését** itt nem érdemes részletesen ismertetni, csak azt a részét mutatjuk be, amit a résztvevők látnak, és amiben részt vesznek.

Minden körvizsgálat tervezéssel kezdődik. A Koordinátor által készített tervet a Szakértői csoport véleményezi, és ha megfelelőnek minősíti, az Elnök jóváhagyja. A terv alapján készített hirdetést küldjük el a laboratóriumoknak, először elektronikus levélben, és ha kell, postán is. A laboratóriumok részére a körvizsgálat a jelentkezési lap kitöltésével, és cégszerű aláírásával kezdődik. Mivel a jelentkezési lap alapján állítjuk ki a számlát is, ennek eredeti formáját kérjük beküldeni, postán, a MAROVISZ címére.

Ha elegendő jelentkezés érkezett a Titkárságra, a jelentkezést az Irodavezető visszaigazolja, és közli a laboratórium erre a körvizsgálatra érvényes négyjegyű kódszámát. Ezzel a számmal kell minden beküldött mérési eredményt jelölni, és semmi más jelet nem kell a mérési adatlapokra írni. Mivel a hibás mérési eredmények rossz fényt vetnek a laboratóriumra, érdemes az azonosító kódot bizalmasan kezelni, és a munkatársak között is csökkenteni azok számát, akik a körvizsgálat eredményhirdetése előtt tudják azt.

A visszaigazolást tartalmazó levél melléklete a részvételi díjat tartalmazó számla is. Mivel mindannyian ismerjük a számlák útját egy szervezetben belül, úgy terveztük meg a mérési folyamatot, hogy a kifizetéstől függetlenül meg lehet kapni a mérési feladatot. Ennek időpontját egyénenként fogjuk egyeztetni, hogy ne a laboratórium legnagyobb terhelése idején érkezzen meg a körvizsgálati feladat is. Cserébe elvárjuk, hogy a feladatot maximum egy hét alatt végezzék el, és a mérési próbatestet azonnal küldjék vissza. A mérési eredmények visszaküldésére ez a határidő nem vonatkozik, néhány nap késést nem veszünk kizáró oknak.

Annak ellenére, hogy az értékelésnél laboratóriumok eredményeit vesszük figyelembe, tisztában vagyunk azzal, hogy a mérést egy vagy esetleg néhány személy végzi el. A laboratóriumok homogen teljesítményének elősegítésére megadunk minden segítséget, hogy a többi munkatárs telje-

sítményét hogyan lehet házon belül értékelni. Erre a feladatra egy példán keresztül, az értékelésről szóló fejezetben, visszatérünk.

A mérési feladat pontos és hiánytalan elvégzéséhez részletes feladatleírást és mérési lapot fogunk küldeni. Mérési vagy vizsgálati adatokat csak az általunk küldött adatlapon várunk. A feladatlapot elektronikus formában is elküldjük, hogy kitöltés után e-mail mellékleteként vissza lehessen küldeni a MAROVISZ címére. Ezzel nemcsak a levelezést egyszerűsítjük, hanem a kiértékelést is, hiszen így nem kell a papíron lévő adatokat bemásolni a számítógépbe. Az adatlapon csak a laboratórium négyjegyű azonosító kódja szerepel, minden más adat feltüntetése, még a mérést végző személy neve is, felesleges. Ha e-mailben elküldték mérési vagy vizsgálati eredményeiket, akkor a szervezők nem várják a papír alapú adatközlést. Ha utólag mégis érkezik adat papír alapon, és az eltér az elektronikusan közölt eredménytől, akkor a papíron közölt adatot értelmezzük véglegesnek.

Az értékelés első részében csak azt ellenőrizzük, hogy a feladatlapon az összes elvárt mérési adat szerepel-e, és hogy azok nem térnek-e el lényegesen a várható valódi értéktől. Súlyos eltérés esetén értesítést fogunk küldeni a laboratórium képviselőjének, hogy lehetősége legyen a helyesbítő intézkedések mielőbbi megkezdésére. A vizsgált tulajdonság valódi értékeit ebben az esetben sem fogjuk a laboratórium tudomására hozni, csak az eltérés tényét.

Ha az összes jelentkező elvégezte a körvizsgálat kitűzött feladatát és visszaküldte mérési eredményeit, a vizsgálatot befejezettnek nyilvánítjuk, és elkezdődik az értékelés. Az értékelés egy jelentés készítésével fejeződik be, melyben sok adat között szerepel a mért mennyiségek konvencionális valódi értékei. A valódi értékek alapján számítjuk a laboratóriumok egyéni teljesítményeit, amelyeket a kódokhoz kapcsolva közlünk a jelentésben. A Szakértői csoport által ellenőrzött, és a MAROVISZ vezetősége által jóváhagyott jelentést minden résztvevő megkapja, és a saját kódjuk alapján kiválaszthatja milyen eredményt ért el. Ha az eredmény a követelményeknek megfelelő, netán a résztvevők között a jobb értékeket érte el, akkor már nincs értelme a kódszám titokban tartásának, lehet büszkélkedni. De mi van akkor, ha az eredmény nem megfelelő?

Minőségirányítási szempontból a körvizsgálatokon elért rossz eredmény egy eltérés. Az eltérést pedig kezelni kell. Erről a minőségirányítási kézikönyv rendelkezik, melynek szellemében meg kell vizsgálni, és ki kell deríteni a hibás mérés okát. Ez lehet a hibás mérési módszer alkalmazása, a mérőberendezés rossz működése, vagy a mérést végző személy hanyag munkája. A mérési hiba

okának függvényében kell a mérési utasítást átdolgozni, vagy a mérőberendezést újra kalibrálni, esetleg a személyzet rendkívüli oktatását elrendelni. Ezeket a javításokat akkor is el kell végezni, ha a kézikönyvben egy szó sincs a körvizsgálatokról. De ajánlatos a legközelebbi dokumentáció átdolgozaskor a körvizsgálatokon való részvételt, és annak értékelését a megfelelő helyeken megfogalmazni, valamint a minőségi tervbe a követelményeket felvenni.

3. A körvizsgálatok értékelése

Az értékelésről a Körvizsgálatok Szabályzatának két melléklete rendelkezik. Az M 01 jelű a számszerű mérési eredményt tartalmazó, az M 02 az észlelési feladatot tartalmazó körvizsgálatról szól.

Az első körvizsgálat témájául az ultrahangos falvastagság mérést tervezzük. A feladatban lesz lemezvastagság mérés, cső-, és hajlított cső falvastagságának mérése. A mérések eredménye szám, ezért az értékelést a **Z pontszám** (Z score) alapján végezzük, hasonlóan a kémiai elemzésekhez. Ezt az értékelési módot az ISO/IEC Guide 43-1:1997 [1] az A függelékében ajánlja.

A Z pontszám számítása:

$$Z = \frac{x - X}{S}$$

ahol:

x = a résztvevő mérési eredménye

X = az adat konvencionális valódi értéke

S = a változékonyság mérőszáma

A változékonyság mérőszámának általában elfogadható a szórás értéke. A szórás számítását az Excel programban a SZÓRÁS függvény végzi el, ha a felhasznált adatok a statisztikai sokaság mintája (torzítatlan, vagy n-1 módszer). A számítás, ha a felhasznált adatok a teljes sokaságot tartalmazzák az Excel programban a SZÓRÁSP függvénnyel végezhető el.

Értékelés a Z pontszám alapján az ISO/IEC Guide 43-1:1997 [1] szerint:

$|Z| \leq 2$ = megfelelő

$2 < |Z| < 3$ = kérdéses

$|Z| \geq 3$ nem megfelelő

Nézzük egy példán a Z pontszám használatát, és hogyan lehet a laboratórium összes vizsgálóját egy körvizsgálaton belül értékelni. Most csak az egyik feladatot, a cső falvastagság mérését mutatjuk be, a többi feladat értelemszerűen ugyanígy értékelhető.

Első lépésben, egymástól függetlenül, elvégeztetjük a laboratórium minden erre feljogosított

vizsgálójával a mérést. Tételezzük fel, hogy az eredmények a következők:

Személy	Mérés					Értékelés	
	1.	2.	3.	4.	5.	Átlag	Szórás
Vizsgáló1	6.1	6.3	5.9	6.2	6.0	6.10	0.14
Vizsgáló2	5.8	6.2	6.4	5.9	6.5	6.16	0.27
Vizsgáló3	5.2	5.6	5.3	5.7	5.8	5.52	0.23
Vizsgáló4	6.1	6.3	6.2	6.0	6.1	6.14	0.10
Vizsgáló5	5.6	5.7	5.9	5.3	6.2	5.74	0.30

A mérési adatok közül válasszuk Vizsgáló4 eredményét. Ezt küldjük el a körvizsgálat szervezőinek, mint a laboratórium mérését.

A körvizsgálat lezárása után kézhez kapjuk a jelentést, melyből kiderül, hogy Vizsgáló4 jó mérést végzett, mert a labor kódszáma mellett a Z

pontszám értéke $|Z| = 0,784$, ami lényegesen jobb az elvárt $|Z| = 2$ értéknél. A jelentésben megtalálható a cső falvastagságának konvencionális valódi értéke, példánkban legyen ez $s = 6,22$ mm. Ezzel az adattal számítva a labor dolgozóinak Z számértékeit, a következő táblázatot kapjuk.

Személy	Mérés					Értékelés		
	1.	2.	3.	4.	5.	Átlag	Szórás	Z pontszám
Vizsgáló1	6.1	6.3	5.9	6.2	6.0	6.10	0.14	-0.849
Vizsgáló2	5.8	6.2	6.4	5.9	6.5	6.16	0.27	-0.220
Vizsgáló3	5.2	5.6	5.3	5.7	5.8	5.52	0.23	-3.024
Vizsgáló4	6.1	6.3	6.2	6.0	6.1	6.14	0.10	-0.784
Vizsgáló5	5.6	5.7	5.9	5.3	6.2	5.74	0.30	-1.596

Kiderült, hogy jobb lett volna Vizsgáló2 mérési eredményét beküldeni, mivel ő érte el a legjobb Z pontértéket, annak ellenére, hogy az ő méréseinek szórása nagyobb, mint Vizsgáló4-é. Ennek oka, hogy Vizsgáló2 eredménye van a legközelebb a konvencionális valódi értékhez. Megállapíthatjuk továbbá, hogy Vizsgáló3 mérése nem megfelelő, Vizsgáló5 teljesítménye pedig közel van a kérdéses értékhez, a többieké megfelelő.

Az észlelési feladatot tartalmazó körvizsgálat értékelése több munkát igényel, erre később fogunk visszatérni.

4. Irodalom jegyzék

- [1] ISO /IEC Guide 43-1:1997 Proficiency testing by interlaboratory comparisons – Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes
- [2] Nemzetközi Metrológiai Értelmező Szótár, Budapest, 1998 Kiadta: Országos Mérésügyi Hivatal és a MTA – MMSZ Kft.

INTERNETFIGYELŐ

INTERNET MONITOR

ANYAGVIZSGÁLATI INFORMÁCIÓK A VILÁGHÁLÓN

INFORMATION OF MATERIAL TESTING ON WORLD WIDE NET

GILLEMOT László¹ – FÜCSÖK Ferenc¹

Kulcsszavak: információkeresés, anyagvizsgálat, világháló,

Keywords: search of information, material testing, net

¹ Anyagvizsgálók Lapja Szerkesztő Bizottság info@anyagvizsgaloklapja.hu

Abstract

The Internet may be a very useful tool in the research and developing actives as well as in the every work. Lot of information concerning the material testing is stored on the Net, such information source the electronically published Hungarian Journal of Material Testing. Four volumes of this Journal is analysed. This publication deals with the limits and difficulties of finding relevant information on the Net.

Összefoglalás

A digitális formában megjelenő Anyagvizsgálók Lapja négy évfolyamában megjelenő publikációk elemzését követően, az olvasottság alakulását és várható fejlődési irányokat elemzik a szerzők. Kitérnek arra is, hogy egy-egy témakörben hogyan lehet a már megjelent információkhoz hozzájutni és milyen problémák merülhetnek fel a világháló ilyen célra történő használatakor.

Műszaki Lapok fejlődési irányai

Sokak vélik úgy, hogy manapság „egyszerűbb feltalálni valamit, mint megtalálni”. Ha ez nem is igaz, abban azonban sok igazság van, hogy a számunkra fontos információhoz nem is egyszerű hozzájutni, még a világháló segítségével sem.

Az Internet megjelenése, fejlődése, elterjedése valamint a szoftverek és tárolókapacitások robbanásszerű fejlődése a folyóiratok egy részének átalakulását is eredményezte. Nagyon sok folyóirat a nyomtatott papír alapról áttért az elektronikus megjelenítésre. Így alakult át az **Anyagvizsgálók Lapja**, a **Magyar Tudomány**, vagy a **National Geographic** és párezer más műszaki és tudományos lap.

A „tudomanyosfolyoirat.lap.hu” internetes oldalon százas nagyságrendben található az ilyen folyóiratok WEB címei, illetve a kereszthivatkozások a hasonló „link gyűjteményekre”. Ezen az oldalon az Anyagvizsgálók Lapja is szerepel. A „tudomany.lap.hu” is több mint 50 elektronikus folyóirat címet sorol fel, illetve ugrást biztosít más hasonló oldalakra. Természetesen a két halmaz

részben átfedi egymást, de eltérő információk is szerepelnek mindkét linkgyűjteményben.

Anyagvizsgálók Lapja digitális formában

Digitális vagy nyomtatott forma

Mint utaltunk rá, a műszaki folyóiratok igen nagy számban digitális, vagy digitális és nyomtatott formában jelennek meg. A digitális lapkészítés térhódítása a közeljövőben is folytatódni fog. Ennek okai az alábbiakban keresendők:

- Olcsóbb!!!
- Gyorsabb átfutás.
- „Kötetlen példányszám”.
- Könnyebb szerkesztés (nincsenek oldal korlátok).
- Szélesebb körű hozzáférés (beleértve az egyidejűséget).
- Nem szükséges könyvtári kezelés.
- Egyszerű a színes ábrák kezelése.
- Nagyítható, kicsinyíthető.
- A megtartandó publikációk egyszerűbb tárolása (a számítógépen).
- Könnyebb információkeresés.
- Olvasói szokások, érdeklődési körök jobb visszacsatolása, ami a lap szerkesztését könnyíti meg.

Persze ezen előnyökért fel kell áldozni azt az érzést, amit egy szép és jól szerkesztett folyóirat kézbevétele jelent, valamint sokkal kellemesebb egy cikket nyomtatásban olvasni, mint a képernyőn böngészni. Ehhez járul még egyes személyek idegenkedése a számítástechnikától. Természetesen lehetőség van arra is, hogy aki akarja, kinyomtathat egy kiválasztott cikket, vagy egész újságot is.

A megjelent publikációk elemzése

Az Anyagvizsgálók Lapja tükörképe a hazai szakmai helyzetnek. Természetesen a Szerkesztő Bizottság munkája befolyást gyakorol a megjelenő cikkek számára és minőségére, azaz az alábbi

adatokból levonható következtetések a szakma egészének helyzetére némiképp torz lehet.

Az Anyagvizsgálók Lapja 18. évfolyama jelent meg 2008-ban. A lap 16. évfolyama 2006-ban váltott, azaz áttért a nyomtatott formáról a digitális megoldásra.

Az értékelésbe az utolsó nyomtatott és a 3 digitálisan megjelent évfolyamatot vettük vontuk be (1. táblázat).

1. táblázat Publikációk megoszlása éves bontásban

Évfolyam	15	16	17	18*	
Év	2005	2006	2007	2008	Összesen
Oldalak száma	132	166	155	117	-
Összes cikkek	49	41	37	25	152
Műszaki cikkek	32	24	19	16	91
Szabvány információk	5	6	3	0	16
Egyéb	12	11	15	8	46

- * =csak 3 szám jelent

A lapban megjelent cikkek számának, illetve azok csoport szerinti besorolásán keresztül érzékeltejük a szakma aktivitását. A besorolás is tartalmaz bizonyos szubjektivitást, ez annál is inkább igaz, mert általában a publikációk egyidejűleg több kategóriába is besorolhatók, illetve egyikbe sem illeszkednek tökéletesen. Műszaki cikkeknek a saját méréseken alapuló elemző publikációkat, míg az egyéb kategóriába a beszámolókat, nekrológokat, évfordulókat stb. soroltuk.

A szabvánnyal kapcsolatos cikkek számának csökkenése jól mutatja, hogy az EU csatlakozás jelentős változást hozott e téren, amely mostanra kezd lecsengeni. A tényekhez azonban az is hozzátartozik, hogy a kevésbé jelentős változások a Hírek oldalon jelentek meg. A műszaki cikkek számának csökkenése pedig – sajnos – jellemző a szakma jelenlegi helyzetére, a követelmények változására. Egyre kevesebb ösztönző szól a publikálás mellett, ugyanakkor az egyes gazdasági szereplők érdeke pedig az információk zárolása. Az eredmények értékelésénél azt is figyelembe kell venni, hogy az elmúlt számokban a külföldi szerzők részaránya növekedett.

Olvasottság

Míg a publikációs készség terén romlik a helyzet, szerencsére az olvasottság sokkal kedvezőbb képet mutat.

A digitális publikálás lehetőséget nyújt az olvasottság, az érdeklődés vizsgálatára is. Két év adatainak összefoglalását foglalja össze a 2. táblázat.

A Címek elnevezésű oszlopok azt mutatják, hogy hány internet címről keresték fel az Anyagvizsgálók Lapját, azaz ez nagyjából megfelel az olvasók számának. Összehasonlítva a Látogatók számával, megállapítható, hogy egy-egy személy nagyságrendileg átlagosan két-két alkalommal nézi meg a honlapot és alkalmanként 2 – 3 lapot tekint meg. Az egyes lapok tartalmazzák a publikációkat is, amik lényegében a File címszók alatt szerepelnek. A Mbyte rovat pedig a letöltött információk mennyiségét mutatja.

A két év összehasonlításában minden mutató kb. 10 %-os növekedést mutat, kivéve a letöltött információmennyiség, ami megduplázódott. Ez a differencia a nagyobb terjedelmű publikációk eredménye, illetve egy különösen nagy érdeklődést keltett cikkel magyarázható.

Megvizsgáltuk, hogy két naptári évben (2007 és 2008) melyek voltak a legnépszerűbb publikációk. A 3. táblázat a „győzteseket” foglalja össze.

2. táblázat. Olvasottsági adatok

Év	2007					2008				
Hónap	Címek	Látogató	Lapok	File-ok	MByte	Címek	Látogató	Lapok	File-ok	MByte
jan.	1 127	1 963	6 024	24 409	351	1 838	3 014	7 469	27 922	49
febr.	1 081	1 794	5 610	24 968	357	1 755	2 475	7 138	26 748	1 102
márc.	1 213	2 441	6 560	28 276	430	2 022	3 120	7 505	27 536	1 580
ápr.	1 107	2 125	5 430	21 202	383	2 275	4 833	9 799	32 271	831
máj.	1 227	2 271	6 601	26 937	427	2 121	4 963	10 192	26 943	801
jún.	2 198	4 741	7 703	22 860	408	2 090	3 847	10 831	29 359	900
júl.	1 309	4 074	7 580	19 979	402	1 477	2 956	9 716	24 181	1 001
aug.	1 161	3 106	5 370	18 093	344	1 100	2 276	8 417	20 161	815
szept.	1 254	2 644	5 598	20 938	510	1 366	1 740	5 609	23 279	933
okt.	1 679	2 797	5 921	27 071	648	1 758	2 429	9 568	28 507	736
nov.	1 873	2 695	6 739	30 016	730	1 848	2 529	10 089	31 077	721
dec.	339	369	811	3 848	71	84	102	346	1 079	720
Összesen:		31 020	69 947	268 597	5 061		34 284	96 679	299 063	10 188

3. táblázat. Leggyakrabban megnyitott publikációk

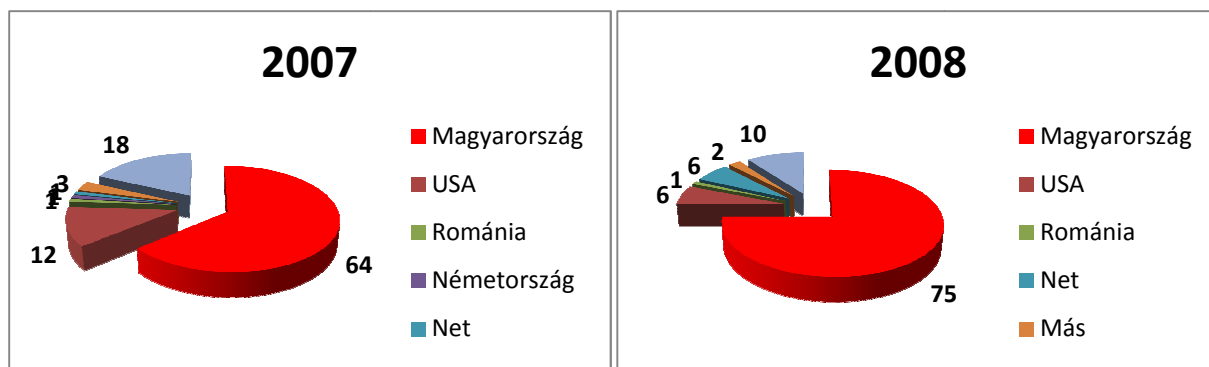
Év	Találat	Szerző/k/	Cím	Megjelenés
2007	362	GOMBOS Zoltán TÖRÖK Péter VAS László Mihály	Gélesedési pont meghatározása telítetlen poliészter gyanta exoterm hőeffektusából	2006/1
	246		Új hazai és nemzetközi szabványok	2006/1
	246	LEHOFER Kornél	Beszámoló az egri roncsolásmentes anyagvizsgáló konferenciáról	2007/2
2008	1298	Michael MOLES	A „Time-Of-Flight Diffraction” (TOFD) ultrahangos anyagvizsgáló módszer alkalmazása hegesztési varratok vizsgálatára	2008/1
	979	SZABÓ Péter János	A visszaszórt elektron-diffrakció alkalmazása az anyagvizsgálatban	2006/3
	749	Ivo ČERNÝ Martin ČIPERA Ivan FÜRBAČER	Változó átmérőjű csövek nagyciklusú kifáradási paramétereinek meghatározása váltakozó hajlítás esetén	2008/2

A hazai publikációs helyzettel kapcsolatosan elmondottakat is alátámasztja az a tény, hogy ebben a versenyben 2008-ban az első három helyből kettőt külföldi szerzők foglalnak el.

Ugyancsak érdekes képet mutat az olvasók megoszlása is. Két év egy-egy jellegzetes hónapját mutatjuk be az 1. ábrán.

A statisztikai megoszlás bizonyos esetekben nem mutatja meg, hogy a megkeresés melyik országból érkezik: Elsősorban a „.net” és „.com” végződésű, általában multinacionális cégektől

érkező megkereséseket esetében az ország nem értelmezhető, ezek szerepelnek a Net. illetve a nem azonosítható címszó alatt. Meglepően nagy az Egyesült Államokból érkező érdeklődés, de jelentős a viszonylag stabilan jelentkező román megkeresés. Ez utóbbi érthető a nyelvi alapokon. A más országok olvasói egyrészt az angol cikk címeknek, összefoglalónak és ábra aláírásoknak, más részt a referálási rendszerünknek köszönhető. A folyóiratot referálja a MATARKA (Magyar folyóiratok tartalomjegyzékeinek kereshető adatbázisa), de a BME-OMIKK könyvtárban és egyéb adat-bázisokban is megtalálhatók az utalások.



1. ábra Olvasói kör földrajzi megoszlása

A két év azonos hónapjai hasonló képet mutatnak, különösen akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a havi ingadozások is jelentősek.

Mindkét évben a leggyakrabban megnyitott információ az üzenő falra elhelyezett, a technikusok oktatási segédletének szánt rész- és részötvözetekről szóló PowerPoint file volt.

Merre tovább Anyagvizsgálók Lapja

A külföldi papíralapú és elektronikus roncsolásmentes vizsgálattal foglalkozó szakmai újságokban teret hódít a magazin jelleg. Részletelesen foglalkoznak társadalmi eseményekkel, sokszor közölnek fotókat is. Emellett gyakran bemutatnak hazai és külföldi szakmai egyéniségeket. Sok a rövid kereskedelmi, vagy reklám cikk is, melyek részletesen bemutatnak berendezéseket, azok képével, és forgalmazójának elérhetőségével. Ezek általában több információt tartalmaznak, mint a színes szórólapok,

A Lap jövőjét egyértelműen a hazai anyagvizsgálók publikációs hajlandósága határozza meg. Ennek elemzése jóval meghaladja ezen összeállítás kereteit.

A fejlesztés egyéb irányai majdnem teljességben egészében az előzőekből levezethető. Ezek címszavakban:

- Törekedni kell a kétnyelvűsége (angol cím, összefoglaló, ábra felírat, és ha mód van rá teljes szöveg is).
- Fejlesztetni kell a „linkgyűjteményt”, hogy a legfontosabb társlapok könnyen elérhetőek legyenek.
- Meg kell fontolni a nem publikáció jellegű anyagvizsgáló anyagok feltöltését is (pl. PowerPoint ismertető).
- Meg kell valósítani a legnépszerűbb és Szerkesztő Bizottság által legmagasabb színvonalúnak tartott publikációk elismerését.

Az információkeresés néhány kérdése

Különböző kereső programok hatékonysága

Számos kereső program létezik, amelyek ma már beintegrálhatók a legkülönbező böngésző programokba, hogy csak a legismertebbeket említsük, mint például a Windows Explorer, vagy a Firefox. Ezek alatt futtatható – hangsúlyozottan csak néhány – kereső programmal megnéztük, hogy az „ANYAGVIZSGÁLAT” kulcsszó hány találatot eredményez. A kapott adatokat és a hozzáfűzött kommentárokat a 4. táblázat foglalja össze. A találatok azonban nem a publikációk számát, hanem mind azon elektronikus dokumentumot mutatja, amelyben az adott szó szerepel.

4. táblázat: Az ANYAGVIZSGÁLAT kulcsszó találatainak száma

Kereső	Találat	Megjegyzés
Google	268 000	Nagyon fejlett, több nyelvű kereső
Yahoo	101 000	
Amazon	2	Csak könyvek
Answers.com	29 500	
Creative commons	0	
eBay	0	
Wikipédia	16	Csak a lexikon anyagában keres

A fenti táblázat is azt mutatja, hogy az egyes kereső programok eltérő információ mennyiséget érnek el és ehhez járul hozzá, hogy a keresési algoritmusuk is eltérő.

Első- és másodfajú keresési hiba

A matematikai statisztikából kiindulva itt is két-fajta hiba különböztethető meg:

- Elsőfajú hiba, ha a keresés nem találja meg a számunkra fontos információkat;
- Másodfajú hiba a nem releváns találatok.

Látszólag az elsőfajú hiba a súlyosabb, de a táblázatban szereplő nagy számok rávilágítanak a túl sok információ problémájára is. Átlagosan csak egy percet számolva egy találat értékelésére, a Google keresés feldolgozása 4 500 munkaórát venne igénybe. A másodfajú hiba csökkentése a találatokon belüli ismételt szűréssel, a kereső profil megváltoztatásával jelentősen csökkenthető, persze ez magában hordozza az elsőfajú hiba növekedésének veszélyét.

Kiindulás ismert honlapról

Az Anyagvizsgálók Lapja jelenleg nem a legjobb kiindulási alap publikációk megkeresésére, mert egyelőre nem tartalmaz ilyen linkgyűjteményt.

A külföldi NDT lapok gyűjteménye a www.ndt.net – többek között - címen található meg. Természetesen, mint minden hasonló összeállítás, ez sem teljes.

Ugyancsak jó kiindulási pont a már említett www.startlap.hu oldalai, vagy sok információ érhető el a www.ndt.org internet címen keresztül is.

Keresés kulcsszavak alapján

A kulcsszavas keresésre a későbbiekben egy példát is bemutatunk. Itt csak az általános kérdéseket érintjük, amennyire ez lehetséges.

Egyetlen kulcsszó megadása általában túl sok (irreleváns) találatokat eredményez. A kereső felépítésétől függően azonban lehetséges több fogalom megadása is, amelyek között „és” illetve „vagy” logikai kapcsolatok lehetnek. Az „és” kapcsolat szűkíti a találatok számát, míg a vagy kapcsolatok általában a szinonimák megadására szolgál.

Speciális magyar sajátosság az ékezetes betűk kérdése. Van olyan kereső, amely nem vagy csak kevésbé érzékeny erre (pl. Google). A magyar helyesírási szabályok (ragozás) sem teszik könnyűvé a keresési feltételek megfogalmazását, amit a kereső programok egy része „joker” karakterek bevezetésével old meg. A fentiekből következik, hogy egy-egy kereső program „lelkivilágá-

val” meg kell ismerkedni, és ezek alapján lehet megválasztani a legkedvezőbbet. Ez pedig nem kevés munka és idő.

Mai ismereteink szerint a kereső rendszerek, a rohamos léptékű fejlődésük ellenére is, elmaradnak az emberi agy absztraháló képességétől, és csak segédeszköz, nem pedig eszköz az információ megtalálásához.

Keresés név alapján

Sokszor hatásos a szakmában jól ismert és elismert személy munkásságában kutakodni. A név alapján keresés teljesen hasonló a kulcsszavas kereséshez, azzal a lényeges különbséggel, hogy még sokkal nehezebb a kapott találatokat szűkíteni. Az Internetes információk csak kivételes esetben tartalmaznak a munkahelyre, beosztásra, vagy egyéb egyedi azonosítóra vonatkozó adatokat. Ilyen esetekben a szűkítés az elsőfajú hiba nagymértékű kockázat növekedésével járhat, jár együtt. Nevek alapján akkor érdemes elkezdni keresni, ha már egy szakmai adatbázison belül vagyunk. (Például ndt.net)

Adatbázisok

Az információk egy része valamilyen rendezett formában, tudatosan gyűjtés eredményeként kerülnek be a rendszerbe, az adatbázisba. Ilyenek a katalógusok, a folyóiratok, és a különböző szervezetek speciális információs rendszere. Ezek jelentős része a belépéskor regisztrációt és nem ritkán használati díjat is követel meg. Az adatbázisok egy része a tagdíj mellett találati díjat is felszámol és rendszerint a teljes anyag megküldése pedig további költséget jelent.

Ilyen adatbázis például a NASA vagy a Volkswagen kezelésében működik. Ezekhez a hozzáférés gazdasági okokból egy – egy kisebb vállalkozás részére nem megfizethető, a hozzáférés legfeljebb egy – egy erre szakosodott információs cégen keresztül oldható meg. A hozzáférést a megkövetelt fizetési mód (kártya) is nehezíti a hazai vállalkozások esetében.

Egy konkrét keresés és tapasztalatai

A korábbiakban a Google kereső bizonyult a leghatékonyabbnak. A „fázisvezérelt ultrahang” kereső profil 1280 találatot eredményezett. Persze egy ismételt keresés nem pontosan ennyi címet ad vissza az a folyamatosan növekvő információ-mennyiségnek, a beállítások változásoknak következtében.

Az ezret meghaladó találat gyakorlatilag nem dolgozható fel. Pár hivatkozás átnézése után feltűnhet, hogy sok találat tartalmazza az „antenna” fogalmat. Ennek kizárásával már csak 55 találat adódik. A tovább szűkítéshez „alapelv”

fogalmat adtuk meg. A találatok száma 7-re csökkent. Ez kényelmesen kezelhető, és ha jó a kereső profil, akkor biztosan tartalmaz annyi információt, amely a kitűzött feladat megoldásához elégséges.

A 7 találat elemzése azt mutatta, hogy 2 publikáció az Anyagvizsgálók Lapjában megjelent beszámoló külföldi konferenciáról, amely foglalkozik a fázisvezérelt ultrahanggal, de az örvényáramos vizsgálat alapelvét ismerteti. 2 további találat azonos forrásra utal és a harci repülőgépek fázisvezérelt radarjai vonatkozik. Egy további találat a biometrikus alakfelismerést ismerteti. A maradék 2 hivatkozás pedig egy fórum levelezéséhez vezet az érdeklődőt.

Ugyanakkor ez a szűkítés nem találja meg Michel Molesnak az Anyagvizsgálók Lapjában (2008. 1. szám) megjelent valóban alapvető publikációját.

Ie kell vonni a következtetést, hogy az „alapelv” nem a legszerencsésebb kereső fogalom, mert igen ritkán szerepel a publikáció címében, a kulcsszavak között vagy az összefoglalóban. Amennyire lehetséges a keresésnél a szakterület általános használt szavait kell használni, vagy a kereső szó mellett megadott szerző név is hatékony megoldás. Az ezzel foglalkozó szerzők nevei a néhány megtalált publikáció alapján kigyűjthető, a hagyományos információ kereséshez hasonlóan.

A fázisvezérelt ultrahang kereső fogalom az antenna kizárásával 55 találatot hozott be. Ez a hazai publikációs tevékenységet és a készülékkel szerzett 2-3 éves tapasztalatot meglehetősen soknak tűnik. A megoldás kulcsa, hogy a Google a jelenlegi formájában – alap beállításában – két nyelven (magyarul és angolul – két nyelven keres, automatikusan lefordítva a kereső profilt. Tapasztalatunk szerint ez a gépi fordítás a „hétköznapi”

szövegekben már egész elfogadhatóan működik, ugyanakkor műszaki téren ez nem mondható el. Az eredeti „phased array” kifejezést magyarra „fáziscsoport”-nak fordítja, míg visszafordítás után „phased” kifejezést kapjuk. Amennyiben a magyar terminológiát (fázisvezérelt) adjuk meg a keresőben, a program a „phase-controlled”-t fogja választani. Így már érthető, hogy miért jött be több, mint 1000 antennás hivatkozás.

Összefoglalás

Az Anyagvizsgálók Lapja jövője szorosan kötődik a magyar anyagvizsgálat helyzetéhez, de bizonyos változtatások vagy előremenekülés, attól függetlenül is megléphető. Ilyenek:

- A Magazin jelleg erősítése
- Az új berendezések technikai leírásának publikálása
- A külföldi publikációk részarányának növelésével
- Hivatkozások és egyéb információk számának növelésével

A magyar anyagvizsgáló társadalommal együtt az előrelépés:

- A Lap műszaki tartalmának, súlyának növelésével
- Az Impact Factor mérési lehetőségének megteremtésével

Megállapíthatjuk, amit már tudtunk, hogy magyar nyelven nehezen, vagy egyáltalán nem találhatunk elegendő szakmai irodalmat. Az ismert, és szakmai körökben népszerű Anyagvizsgálók Lapjának alapjain és hátterével megkezdhetünk egy olyan szakmai adatbázis felépítést, melynek segítségével a csak magyarul tudó szakemberek tájékozódhatnak. Ez azonban nem helyettesíti a nyelvtudást.

INTERNETFIGYELŐ

INTERNET MONITOR

Az Internet, mint információs bázis – A kockázatalapú szemlélet, és karbantartás példáján keresztül The Internet as information base – Through an example of risk base approach and maintenance

Fótos Réka¹

Kulcsszavak: Internet, Információ bázis, kockázatalapú szemlélet, karbantartás
Keywords: Internet, information base risk base approach, maintenance,

Bevezetés

Mint azt mindannyian tudjuk és tapasztaljuk, az Internet napjaink legnagyobb információs bázisa, melyen keresztül olyan lehetőségek tárulnak elénk, olyan kapuk nyílnak meg előttünk, melyekről az Internet létezése nélkül nem is tudnánk, hogy léteznek. Lehetőséget nyújt új társadalmi kapcsolatok kialakítására és fenntartására, programok szervezésére, a szabadidő hasznos eltöltésére, hírek, újdonságok megismerésére és még számtalan olyan dologra, melyek megkönnyíthetik mindennapjainkat. Azonban az Internet az előbb említett dolgokon túlmenően más nézőpontból is olyan jelentős fontossággal bír, melyek által pótolhatatlanná válik egy XXI. sz. ember életében. Ha valamilyen információra van szükségünk, elég, ha leülünk számítógépünk elé, és pillanatokon belül olyan oldalakon találhatjuk magunkat, mely tartalmazza a számunkra értékes információkat, segíti mindennapjainkat, munkánkat. Segítségével olyan friss adatokhoz, információkhoz juthatunk, mely fedi a tudományos élet legfrissebb eredményeit, a műszaki élet újdonságait, a nap legfontosabb eseményeit. Az Internetes keresők segítségével olyan szűrési opciókat állíthatunk be, melyek használatával a keresett témával kapcsolatos információk rendezett halmaza sorakozik fel előttünk. Azonban fontos tudnunk, hogy nem minden, az Interneten található információt tekinthetünk biztosnak és pontosnak, tehát tudnunk kell a kapott információkat megfelelően kezelni, szelektálni és hasznosítani.

Jelen cikk azt a célt hivatott szolgálni, hogy a kockázatalapú szemlélet, és vizsgálat példáján keresztül bemutatásra kerüljön az, hogy milyen sokféle lehetőséget rejt számunkra az Interneten egyszerű keresések által, és a kapott eredményekből milyen következtetések vonhatók le. Az előbb említett célok bemutatása során képet kaphatunk a kockázatalapú és a kockázati szempontokat figyelembe vevő vizsgálati filozófia elterjedésének momentumairól különböző összefüggésekben.

Nagyon fontosnak ítéljük, hogy az információforrás e lehetőségével már az egyetemi hallgatók is részleteiben megismerkedjenek, felmérjék a lehetőségeket és korlátokat, bizonyosságokat és bizonytalanságokat. Hogy ez mennyire sikerült, arra adjon választ a „Karbantartás” c. Bsc szintű tantárgy keretében kiadott feladatok hallgatói megoldásainak áttekintése az eredmények szintézise.

A keresések központi eleme: a kockázati tényezőkön alapuló szemléletek

A műszaki nyelvben a kockázattal kapcsolatos szemléletre két kifejezés terjedt el, a kockázatalapú (risk-based) és a kockázati szempontokat figyelembe vevő (risk-informed) jelző. Annak ellenére, hogy fontos, hogy az említett két kifejezés között különbséget tegyünk, gyakran összekeverik őket. A fő különbség köztük az, hogy más és más tényezőket vesznek figyelembe a végső döntéshozatal során. A következőkben a két szemlélet részletesebb bemutatására kerül sor.

Kockázatalapú filozófia

A kockázatalapú szemlélet követése során szabályozási döntéshozatal szükséges mind az előírások és útmutatások kidolgozásához, mind annak meghatározásához, hogy ezek az előírások összhangban vannak-e a szabályozó testület által megkívántakkal. A döntéshozatal „kockázatalapú” megközelítése egy olyan döntéshozatali folyamat, melyben a döntés kizárólag a kockázatértékelés numerikus eredményein alapszik. Ez az ésszerűbbnél nagyobb bizalmat helyez a kockázatértékelés eredményeire pld. nukleáris reaktorok esetén (vegyük pld. a PRA olyan bizonytalanságait, mint pld. hiányosság). Meg kell jegyeznünk, hogy a Bizottság nem támogatja a „kockázatalapú” szemléletet, azonban ez még nem jelenti azt, hogy a valószínűségi számítások ne lennének alkalmasak pld. annak demonstrálására, hogy egy vizsgált dózishatár összhangban van-e az adott, rávonatkozó követelményekkel.

¹ PhD hallgató, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet

Kockázati szempontokat figyelembe vevő filozófia

A döntéshozatal „kockázati szempontokat figyelembe vevő” megközelítése egy olyan filozófiát képvisel, mely alkalmazásával a döntéshozatal során a kockázati tényezők mellett más tényezőket is figyelembe veszünk annak érdekében, hogy olyan követelmények kerüljenek felállításra, amelyek az engedélyezés és a szabályozás figyelmét a tervezési és működési kérdésekre fordítják, hogy az arányban álljon a vizsgált kérdés közegészségügyre illetve biztonságra gyakorolt hatásaival.

A determinisztikus megközelítéstől a következőkben tér el:

- A biztonságot befolyásoló lehetséges problémák szélesebb körét veszi figyelembe;
- Logikus eszközt nyújt a problémák rangsorolására kockázati értelemben vett jelentőség, üzemi tapasztalat, mérnöki döntés alapján;

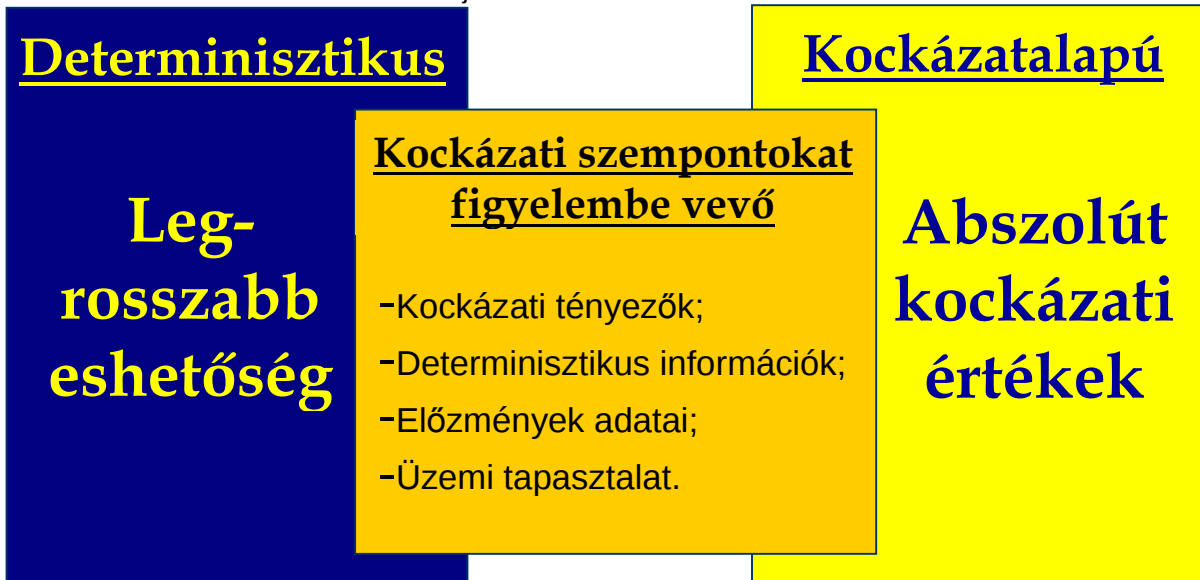
ség, üzemi tapasztalat, mérnöki döntés alapján;

- Határozottan felismeri és számszerűsíti az elemzés bizonytalanságait;
- Segíti/lehetővé teszi a jobb döntéshozatalt azáltal, hogy eszközöket nyújt az eredmények érzékenységeinek vizsgálatára.

A kockázati szempontokat figyelembe vevő szabályozási megközelítés felhasználható:

- A tisztán determinisztikus megközelítésben lévő szükségtelen konzervativizmusok csökkentésére;
- Azon területek azonosítására, ahol a determinisztikus megközelítésben nem megfelelő konzervativizmusok vannak.

A kockázati szempontokat figyelembe vevő megközelítés a „kockázatalapú” és a tisztán „determinisztikus” megközelítés között foglal helyet.



1. ábra A kockázattal kapcsolatos filozófiák értelmezése

A keresések és azokból levonható következtetések

Mint az előzőekben kiderült, a cikk célja a kockázati tényezőkkel kapcsolatos szemléletek bemutatása Internetes keresések által.

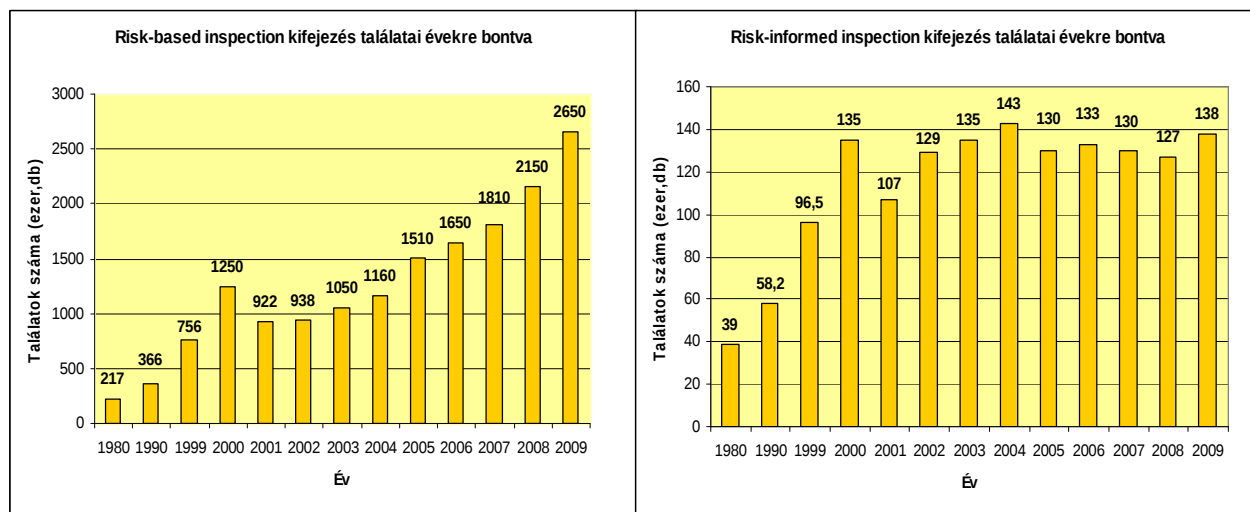
1. keresés:

Az első keresés annak megismerésére irányult, hogy a „risk-based inspection” és a „risk-informed inspection” kifejezés, és az általa takart szemlélet az elmúlt 10 évben milyen mértékben terjedt el a világban. (2.ábra)

Mint az a diagramokból kiderül, a „risk-based”, azaz a kockázatalapú kifejezéssel folytatott kere-

sés sokkal nagyobb arányú találati számhoz vezetett, mint a „risk-informed” kifejezéssel való keresés. Ez részben annak köszönhető, hogy a kockázattal kapcsolatos szemlélet elterjedése kezdetén elsősorban a „risk-based” kifejezést alkalmazták, és csak a későbbiekben vált külön e két kifejezés élesebb. Azonban, mint az már a cikk elején is kiderült, még mind a mai napig sokszor tévesen alkalmazzák, összekeverik őket.

Ami a találatok relevanciáját illeti, elmondható, hogy a találatok nagyrészt a keresett témához kapcsolódnak. A találatok többségében a kockázattal kapcsolatos filozófiák szabványaihoz, tervezeteihez, alkalmazási útmutatóihoz, irataihoz, megkívánt vagy ajánlott gyakorlatokhoz, projektekhez vezettek.

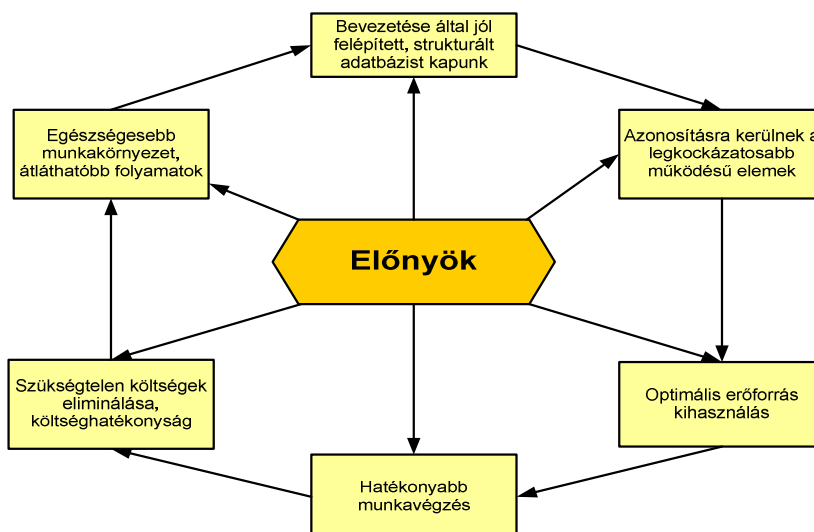


2. ábra "Risk-based inspection" és a "Risk-informed inspection" kifejezés találati számai

A találatok számát vizsgálva, a diagramon is jól látható, hogy a két kifejezés találatainak számai két különböző tulajdonságot mutatnak. Számukat tekintve az is sokatmondó lehet, hogy azok olyan nagymértékben különböznek egymástól, hogy egy diagramban való ábrázolásuk által elveszett volna a diagramok tulajdonságaiban szembetűnő különbség. Míg a „risk-based” kifejezéshez tartozó diagram oszlopain folyamatos növekedést figyelhetünk meg, addig a „risk-informed” kifejezés diagramja a 2000-es évektől viszonylag egyenle-

tes, kisebb növekedésekkel, csökkenésekkel. Tehát összességében elmondható az, hogy a kockázattal kapcsolatos filozófiák folyamatosan terjednek a világon, egyre több iparágban törnek helyet maguknak.

Jogosan merülhet fel a kérdés, hogy mi az oka ennek a gyors, folyamatos térhódításnak, miért jobbak ezek, mint az ezeket megelőzőek. Ennek demonstrálására elég a következő ábrára (3. ábra) tekintenünk, mely átfogó képet nyújt az általuk kapott előnyökről.



3. ábra Kockázattal kapcsolatos szemléletek előnyei

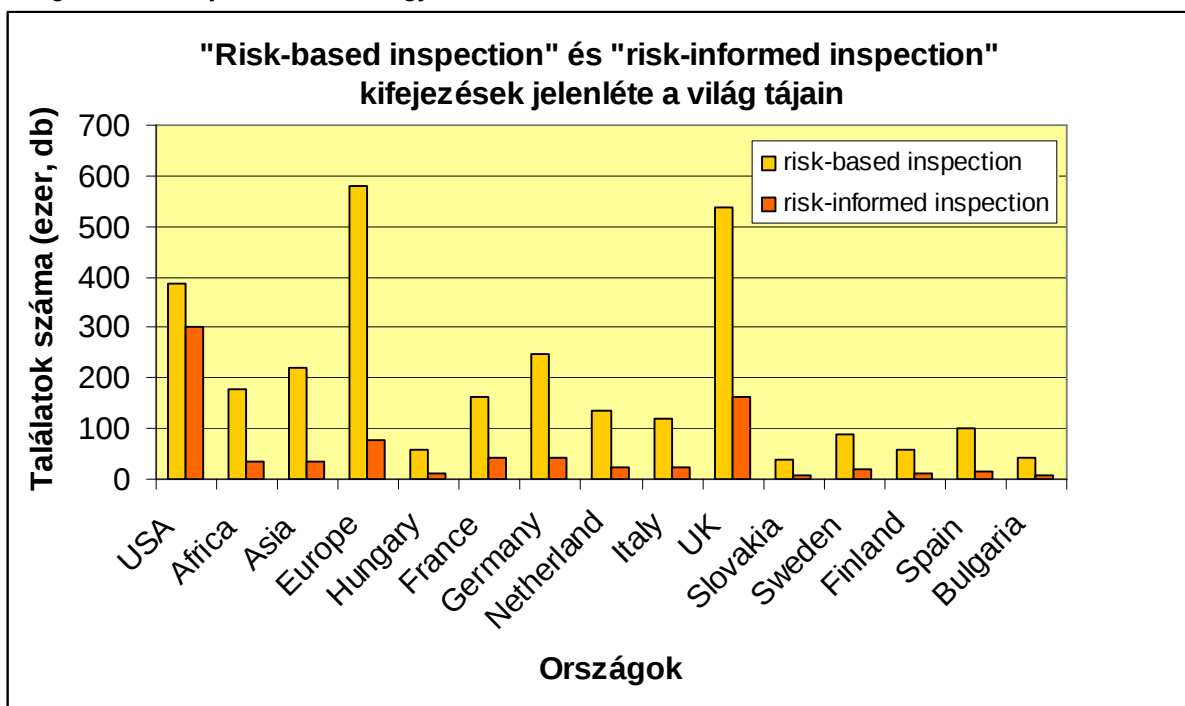
2. keresés

A 2. keresésünk arra irányult, hogy a már többször említett két kifejezés milyen mértékben van jelen a világ egyes tájain.

Mint az a diagramon is jól látható, az előzőekhez hasonlóan a „risk-based” kifejezés itt is dominál. Összességében elmondható, hogy a kockázathoz kapcsolódó koncepciók a világ minden táján jelen vannak. A találatok relevanciájáról ez esetben is elmondható, hogy nagyrészt a tárgyalt

témához kapcsolódnak, tartalmaznak különböző metodológiákat, állásajánlatokat, a tárgyhoz fűző-

dó szoftvereket, esettanulmányokat, dokumentumokat.

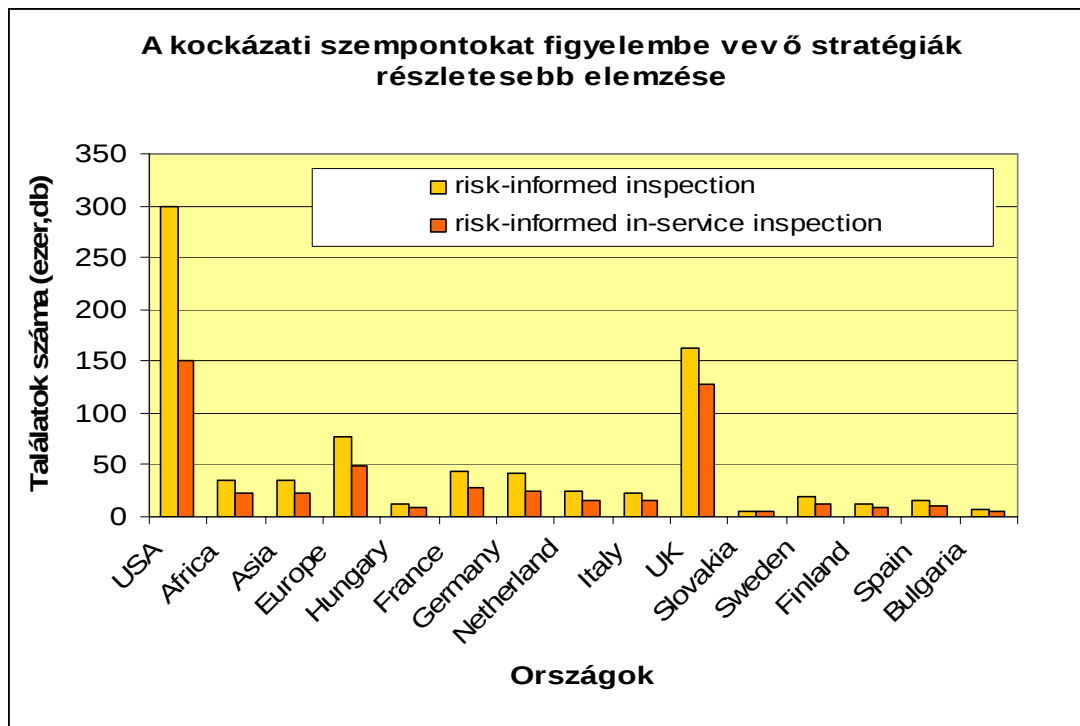


4. ábra A kockázattal kapcsolatos filozófiák jelenléte a világban

Mivel a „risk-informed inspection” szemlélet számos iparágban, mint „risk-informed in-service inspection” vagyis kockázati szempontokat figyelembe vevő üzem közbeni vizsgálatként van jelen, a következő keresésünk arra irányul, hogy az

egyes országokban milyen arányban van jelen a „risk-informed in-service inspection”.

3. keresés

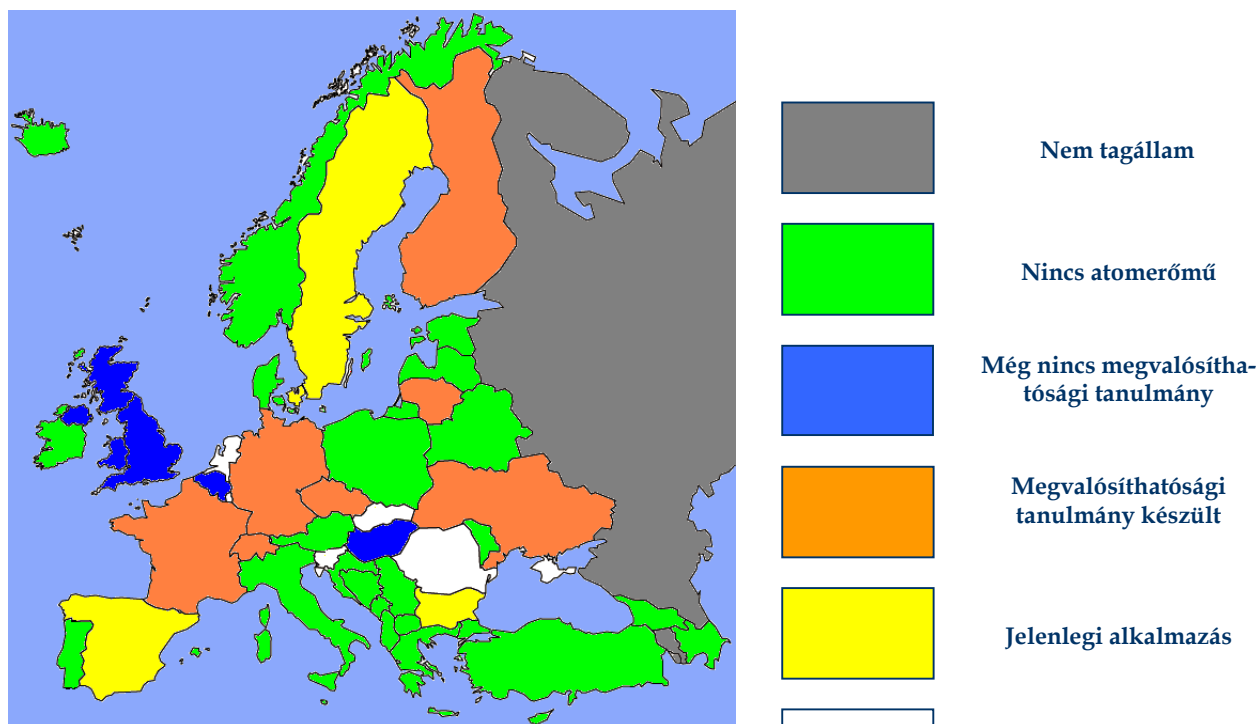


5. ábra RI-ISI szemlélet a világban

Mint az a diagramon jól látható, a legtöbb országot tekintve elmondható, hogy a két keresett kifejezés adta találatok között nincs számottevő különbség. A „risk-informed in-service inspection” (RI-ISI) az atomerőművek felülvizsgálatának egyik korszerű módszere, mely a legtöbb, atomerőművet birtokló ország érdeklődésének középpontjában áll.

Azonban ezen a keresésen keresztül jól demonstrálható az is, hogy az Internetes keresések eredményei önmagukban nem adnak olyan pontos és megbízható választ kérdéseinkre, mint azt

esetleg várnánk, tehát azokat a megfelelő megfontoltsággal kell kezelnünk. Ha csak a diagramot szemlélve megpróbálunk választ találni arra a kérdésre, hogy mely ország atomerőművében került már bevezetésre a RI-ISI koncepció, valószínűleg arra gondolnánk, hogy biztosan azokban, melyek kapcsán a legtöbb találati számot kaptuk, feltételezve azt, hogy azt a bevezetéssel járó sok dokumentáció adja. A következő ábra azonban jól szemlélteti, hogy bár gondolkodásunk logikus, a valóságot nem fedi.



6. ábra Európa térképe az RI-ISI szemléltetve. A térkép jól látható, hogy az országok közötti különbségek rajzolódni kezdenek, azonban a lépések végrehajtásában eltérnek.

Mint az az Európa térképen jól látható, az RI-ISI koncepció atomerőművekre vonatkoztatva éppen azokban az országokban került már bevezetésre, ahol gyakorlatilag az egyik legkisebb keresési eredményeket kaptuk. Azonban, bár a térképen az országok között éles különbségek rajzolódni kezdenek, azonban a lépések végrehajtásában eltérnek.

A módszerek elnevezései a következők:

- - EPRI módszer (Electric Power Research Institute);
- - STUK módszer (Radiation and Nuclear Safety Authority);
- - OMF-Structures (Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité);
- - WOG módszer (Westinghouse Owners Group);
- - DNV módszer (Det Norske Veritas).

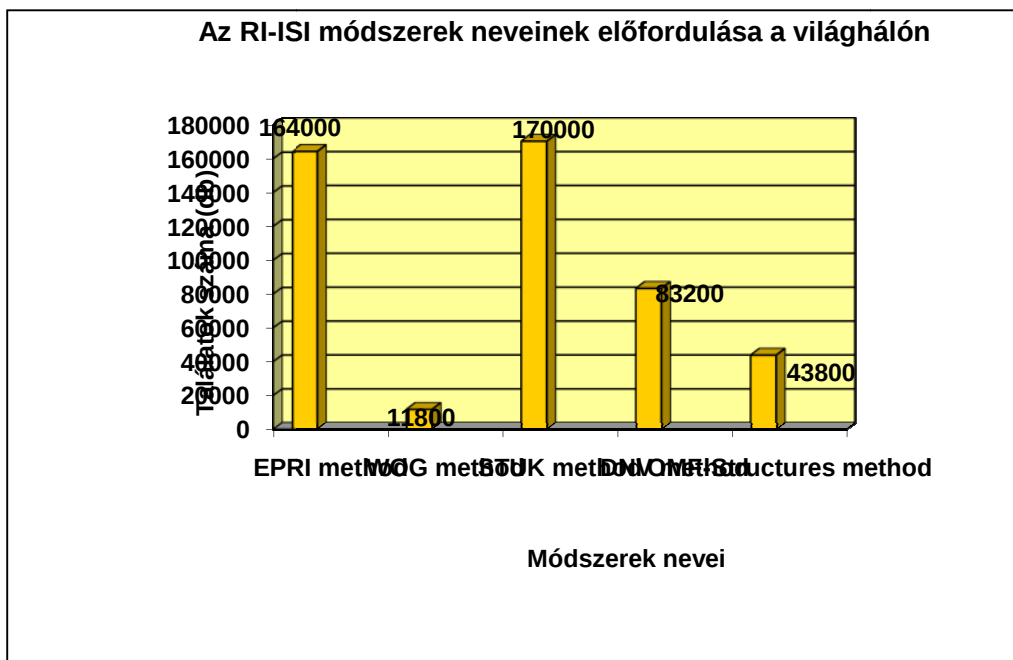
Jelen kereséssel arra a kérdésre szeretnénk választ találni, hogy mely módszer fordul elő többször a világhálón, figyelembe véve azokat a

4. keresés

Különböző szakértői csoportok, különböző országokban többféle módszert dolgoztak ki az RI-ISI megvalósítására vonatkozóan. A kidolgozott módszerek sok hasonlóságot mutatnak, az alapel-

tényezőket, melyek az eredményeket befolyásolhatják.

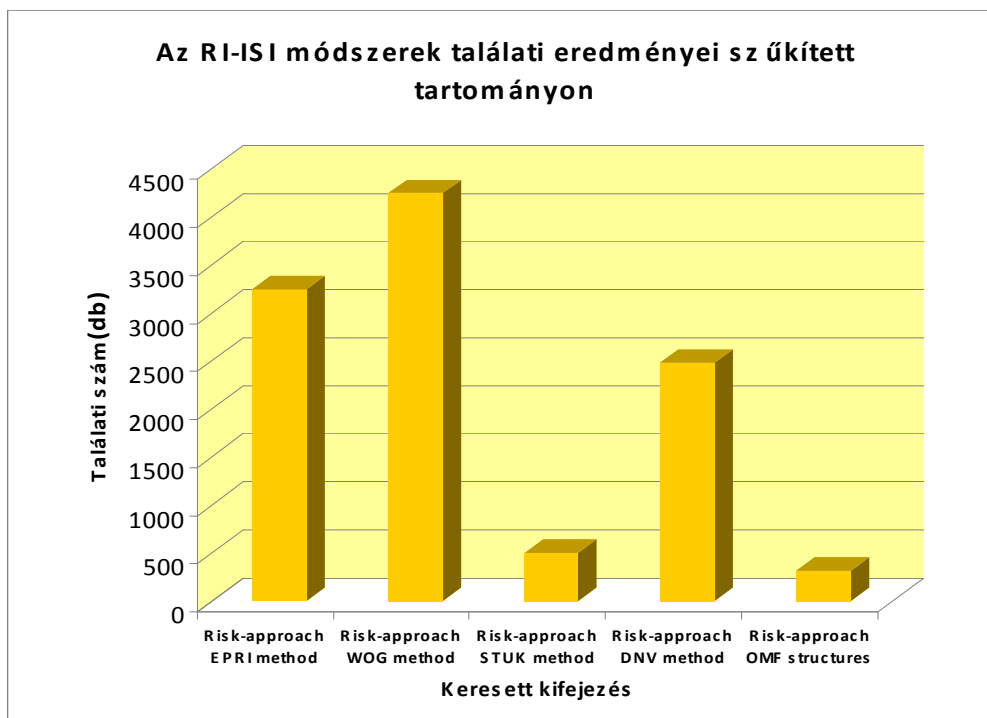
Mint az a 7. ábrán látható, az egyes módszerekre vonatkozó keresések viszonylag nagy találati számot adtak, azonban ezeket az eredményeket szintén megfelelő körültekintéssel kell értékelnünk.



7. ábra Az RI-ISI módszerek neveinek előfordulása a világhálón

Ha valamilyen rövidítésre keresünk az Interneten, fontos tudnunk, hogy egyes rövidítések többféle intézmény, módszer, együttes, társaság nevét takarhatják, tehát az eredmények félrevezethetőek lehetnek. Érdekes ilyen esetben a keresendő szó, kifejezés elé egy olyan másik kifejezést illeszteni,

mely arra a területre szűkítheti az eredményeket, melyre valójában kíváncsiak vagyunk. Annak érdekében, hogy a bemutatott példa eredményeinek relevanciáját növeljük, a „risk-approach” kifejezést írtuk a keresendő módszerek neve elé, így a 8. ábra eredményeit kaptuk.



7. ábra Az RI-ISI módszerek találati eredményei a világhálón, szűkített tartományon

Ha összehasonlítjuk a két táblázat eredményeit, látható, hogy a számunkra releváns, a kockázathoz fűződő stratégiákhoz kapcsolódó módszerekhez kötődő találatok (8.ábra) csak egy kisebb részét képezik a 7.ábra eredményeinek, ami jól bizonyítja azt, hogy bár az Internetes keresésekkel hasznos információbázishoz juthatunk, fontos az eredmények megfelelő kezelése.

Összegzés

A cikkben bemutatásra kerültek az Internetes keresések által adta lehetőségek és korlátok, az előnyök és hátrányok.

A bemutatott példákon keresztül betekintést nyerhettünk a karbantartási és vizsgálati filozófiák egyik legújabb szemléletébe, nagyvonalakban megismerhettük azok előnyeit, módszereit. Nyomatékosan hangsúlyozni szeretnénk, hogy az INTERNET, mint információforrás bevezetése és használata a felsősoktatás különböző területein nem kerülhető meg. Éppen ezért a tudatos felhasználhatóság demonstrálása a kreatív gondolkodásmódot fejleszti, így erre különös gondot kell fordítani a felsőoktatás különböző szakmai szegmenseiben.