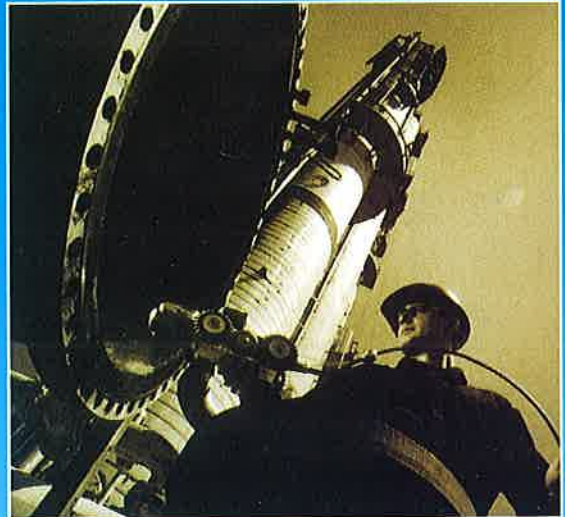


# ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS • ÁLLAPOTELLENŐRZÉS

9. ÉVFOLYAM  
4. SZÁM  
1999.



 **Everest VIT**  
INC.  
CREATING WHAT'S NEXT IN REMOTE IMAGING.





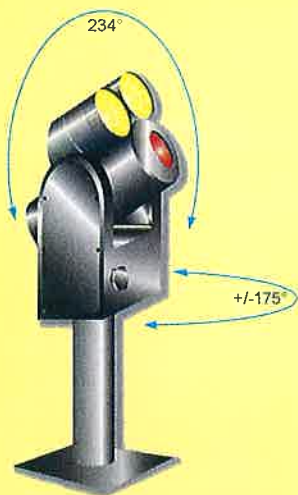
## Videoendoszkópok

← VideoProbe® XL

- LongSteer® VideoProbe  
működési hossz: 30 m-ig!
- BTX QuickLook™  
működési hossz: 50 m-ig!

## Videokészülékek

a nagy belső terek gyors ellenőrzéséhez  
forgatható és billenthető  
színes CCD kamerával  
zoom: 72:1

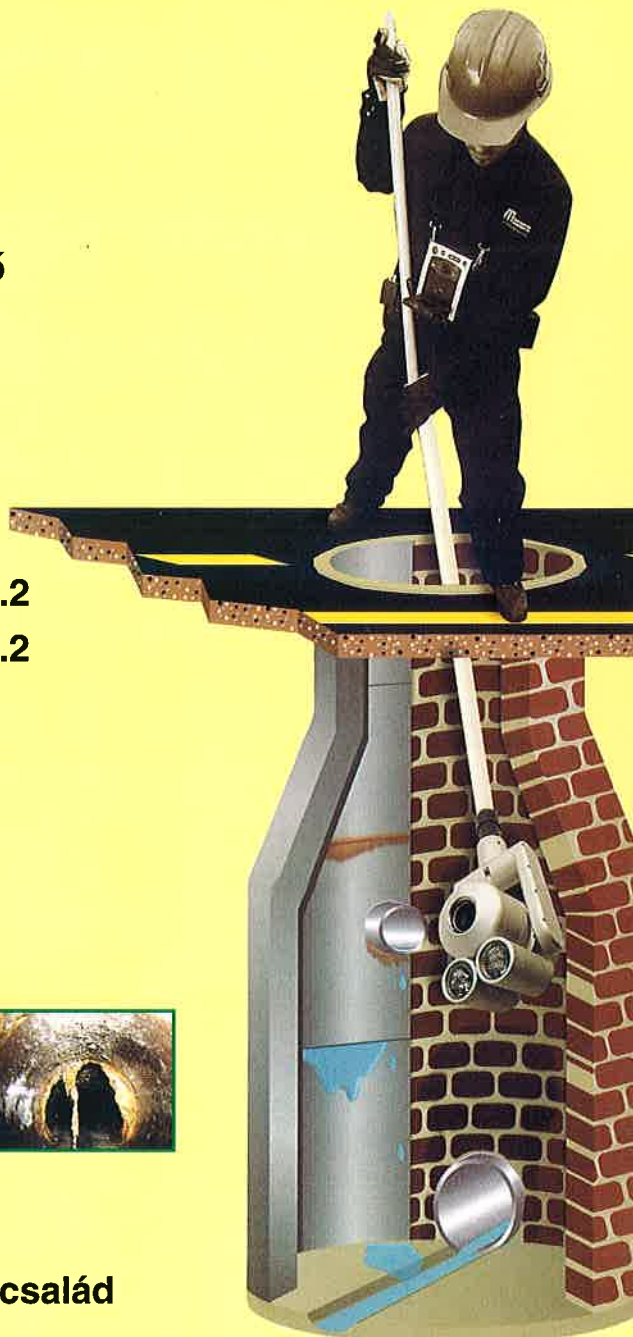


- ← CaZoom™ PTZ-4.2  
• CaZoom™ PTZ-5.2

• QuickView™ ⇒



• Rovver® csőjáró videokészülék család



Kérjen részletes tájékoztatást!

## ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

### Szerkesztőség:

a kiadó **TESTOR BT.** címén  
Budapest XII., Meredek u. 33.

**1538 Budapest, Pf. 528.**

Telefon: 319-4782

Telefax: 319-2284

E-mail: info@testor.hu

Internet: www.testor.hu

Felelős szerkesztő:

**dr. Lehofer Kornél**

A szerkesztőbizottság tagjai:

**dr. Borbás Lajos**

**Fücsök Ferenc**

**dr. Havas István**

**dr. Koczor Zoltán**

**Ruzicska György**

**dr. Pólos László**

**dr. Tóth László**

Kiadja:

**TESTOR BT.**

Felelős kiadó:

**Szappanos György**

ügyvezető igazgató

Előfizetési díj a 2000. évre:

(1–4. szám): 2.100,- Ft

Előfizethető közvetlenül a kiadónál, illetve postautalványon, vagy átutalással, az EKB 13-00-0017/102 65712 szla. számon. Az előfizető csekken a KÖZLEMÉNY rovatban kérjük írják be az előfizetésre vonatkozó időszakot.

Hirdetések felvétele és kéziratok leadása a TESTOR BT címén.

Nyomda:

**KÁNAI NYOMDA Kft.**

1225 Budapest, Kolozsvári utca 67.

Felelős vezető: Kánai József

Előkészítés: **PC-PRINT BT.**

Tel.: 205-6399

**FIGYELEM!**  
**Le ne maradjon!**  
**Idejében fizessen elő!**

ISSN 1215-8410

## Ezredfordulós számvetések

Tudományos közéletünk gazdag őszi programját – az egymástól független szervezői szándékok szerencsés egybeesésének köszönhetően – a tudósok budapesti világkonferenciája előzte meg, amely megvitatta és elfogadta a tudománynak a társadalom fejlődését segítő, hosszú távú, globális stratégiáját. (Az elfogadott dokumentumok iránt érdeklődőknek ajánljuk az Akadémia – az MTA hírmagazinjának – különszámát.) Ezt követően az őszi programban két olyan konferencia is szerepelt, amely a szakterületünket érintő témaköröket kontinentális összefüggésekben tárgyalta. Az érdeklődőket kielégítően tájékoztatják az elhangzottakat tézisszerűen összefoglaló konferencia-kiadványok.

A Budapesten megrendezett *IV. országos műszaki biztonságtechnikai konferencia* – a témakör természetének és jelentőségének megfelelően – elsősorban az egyes európai országok gyakorlatát harmonizálva továbbfejleszteni törekvő EU-irányelvekről és EN-szabványokról, érvényesítésük és bevezetésük külföldi és hazai tapasztalatairól, illetve a még szükséges teendőkről adott áttekintést. E kérdéskör speciális vonzait pedig a hegesztett nyomástartó edényekre szakosodott, periodikusan megrendezésre kerülő, GTE-ankét résztvevői vitátták meg Csopakon.

A *II. anyagtudományi, anyagvizsgálati és anyaginformatikai konferencia* – amely Balatonfüreden ülésezett – a gazdag egyedi eredmények bemutatása mellett átfogóan felvázolta az anyagtudomány fejlődési irányait és a társadalomra gyakorolt várható hatásait. Felhívta továbbá a figyelmet EU 5. keretprogramjában szereplő anyagkutató feladatokra és az ezekhez elnyerhető, a kutatóhelyeket összefogásra is ösztönző támogatásokra.

Az anyagvizsgálat és -technológia egyes, önállóan is művelt részterületei újdonságainak bemutatására és megvitatására adott jó alkalmat a korrózióvédelemmel foglalkozó balatonfüredi Vektor-szeminarium, valamint a Pakson megrendezett endoszkópos szakmai nap. Ez utóbbin elhangzottakról részletesen beszámolunk lapunkban.



*Tisztelt Olvasóink!*

Lapunk jövőre a 10. évfolyamába lép. Szerkesztőbizottságunk – lapunk kiadójával egyetértésben – folytatni kívánja a mindig érdeklődéssel kísért *Anyagvizsgálók Lapja fórum* rendezvények megszervezését, így legközelebb

### 2000. február 22–24. Anyagvizsgálók Lapja fórum

a Magyar Regula nemzetközi szakkiállítás keretében a Budapest Sportszarnok Zöld termében. **A tervezett témakörök: a műszeres analitika újdonságai, a korszerű anyagok szerkezeti tulajdonságainak, illetve a felületbevonatok minőségbiztosításának vizsgálattechnikája.**

*Fórumunkra ezúton is minden érdeklődőt tisztelettel meghívunk és várunk! Programunkról külön meghívót is küldeni fogunk.*

Lapszerkesztésünk ars poetica-ja is változatlan: szakmai tapasztalatcserét biztosítani a vizsgálati módszerekről és technikákról illetve ezek rendszerbe szervezett alkalmazásáról az anyagkutató, a minőség, a megbízhatóság és a biztonság szolgálatában. Ehhez változatlanul kérjük és várjuk szakértőink cikkei, közleményei csakúgy mint a lapunk megjelenését támogató hírdetéseiket is, továbbá szerkesztői munkánkat segítő véleményeiket. (Mindehhez és az előfizetéshez is mellékelünk tájékoztató és megrendelő űrlapokat.)

Előre is megköszönjük segítő közreműködésüket! Továbbra is szeresszük együtt az Anyagvizsgálók Lapját!

*Tisztelt Olvasóink! Lapunk kézhezvételekor már küszöbön áll a karácsony és az új esztendő, amelynek örömteli, békés és tartalmas megéléséhez – lapunk kiadója és szerkesztőbizottsága nevében is – jó egészséget, eredményes munkát és sok sikert kívánok!*



*Tisztelettel:*

*Dr. Lehofer Kornél*  
felelős szerkesztő

Tisztelt Előfizetőnk! Előfizetése 2000. évi megújításához – változatlan áron – közvetlenül számlát küldünk. Köszönjük érdeklődését!

## ANYAGOK – MATERIALS – MATERIALEN

Ziaja György, Stefániai Vilmos, Henryk Dybiec:

Hipereutektikus Al-Si-(X) RS/PM ötvözetek mechanikai-technológiai tulajdonságai

Mechanical-technological properties of hypereutectic Al-Si-(X) RS/PM alloys

Mechanische-technologische Eigenschaften der übereutektische Al-Si-(X) RS/PM Legierungen ..... 135

Major Zoltán:

Az essential work of fracture (effektív törésmunka) módszer alkalmazása műanyagok törési jellemzőinek meghatározására

Using of the essential work of fracture (EWF) method to determin the fracture properties of plastics

Anwendung der EWF- (grundlegen Brucharbeit)-Methode für Bestimmung der bruchmechanische Eigenschaften von Kunststoffe .... 138

## RmV-HELYZETKÉP – NDT-REVIEW – ZfP-RUNDSCHAU

## Vizuális vizsgálattechnika – Visual test-technique – Visuelle Prüftechnik

Lehofer Kornél:

Endoszkópos szakmai nap – Endoscopic trade day – Endoskopische Fachsitzung ..... 141

Szűcs Pál:

Vizuális anyagvizsgáló képzés Magyarországon – Training of visual testers on Hungary –

Ausbildung der visuelle Materialprüfer in Ungarn ..... 141

Bodolai Tamás, Szűcs Pál:

Gázpalackok ellenőrzése fiberszkóppal – Control of gas bottlers by fiberscope – Nachprüfung der Gasflaschen mit Fiberskop ..... 143

Nagy Zsolt, Szűcs Pál:

Fékrendszerek endoszkópos vizsgálata – Investigation of brake system by endoscope – Endoskopische Prüfung der Bremsesystem ..... 144

Gémes György András, Mezei Béla:

Gőzturbinák lapátzatának vizsgálata videoendoszkópos módszerrel – Investigation of steam-turbine's blends by videoendoscope –

Videoendoskopische Prüfung der Damfturbineschaufeln ..... 145

Fodor Olivér:

Termékvezetékek vizuális vizsgálata – Visual investigation of pipelines – Visuelle Prüfung der Rohrleitungen ..... 146

Lehofer Kornél:

A vizuális vizsgálattechnika újdonságai – Novelty of the visual test-technique – Neuigkeiten der visuelle Prüftechnik ..... 147

## Számítástechnika – Computertechnics – Computertechnik

Loványi István, Nagy Ákos, Czihó András, Rozsnyik Zoltán, Bátyi Béla, Katonka Sándor, Reider László:

Radiográfiai képértékelő berendezés – Equipment for evaluate of radiographic pictures –

Gerät für Auswertung der radiographische Aufnahmen ..... 148

## MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS – QUALITY ASSURANCE – QUATITÄTSSICHERUNG

Koczor Zoltán, Marschall Marcell, Göndör Vera, Paulics Anita:

A vállalati minőségi mutatórendszer és szerepe a szabályozásban – Enterprise quality index system and its role in control –

Qualitätsindex-system der Unternehmung und ihre Rolle in Regelung ..... 151

## SZABVÁNYOSÍTÁS – STANDARDISATION – NORMUNG

Új, érvényes szabványok – New valid standards – Neue gültige Normen ..... 154

## MŰSZERES ANALITIKA – ANALYSIS WITH INSTRUMENT – INSTRUMENTELLE ANALYSIS

Grafné Harsányi Etelka, Dobondi Éva:

Kinetikus analitikai módszer alkalmazása redoxpotenciál mérés alapján – Application of kinetic analytical method based on measuring

of redoxpotential – Anwendung der kinetische analytische Redoxpotential-Meßmethode ..... 155

## MÉRFÖLDKÖVEK – MILESTONE – MEILENSTEIN

H. P. Rossmann:

Törésmechanika és anyagvizsgálat: A XX. század elfelejtett úttörői, I. rész

Fracture mechanic and material testing: forgotten pioneers of twentieth century, Part 1

Bruchmechanik und Materialprüfung: vergessen Pioniere des zwanzigsten Jahrhundert, 1. Teil ..... 160

## BESZÁMOLÓK – ACCOUNTS - BERICHTE

Lehofer Kornél:

Az ezredforduló anyagai és technológiai – Materials and technologies of the millennium –

Materialen und Technologie an der Wende des Jahrtausend ..... 137

Biztonságtechnika az ezredfordulón – Safety technics in turn of the millennium – Sicherheitstechnik an der Wende des Jahrtausend .. 166

ESEMÉNYNAPTÁR – CALANDER OF EVENTS – AKTUALITÄTKALENDER ..... 167

# Hipereutektikus Al-Si-(X) RS/PM ötvözetek mechanikai-technológiai tulajdonságai

Dr. Ziaja György,\* – Dr. Stefániay Vilmos\* – Dr. Henryk Dybiec\*\*

A dolgozat címében megnevezett anyag kémiai összetételét és különleges gyártási technológiáját részletesen megindokolta és ismertette egy korábban, ugyanebben a folyóiratban megjelent dolgozat, amelynek témája a kérdéses anyagcsalád egy tagja folyási görbéjének kimérése, és a mért adatok alapján a folyásgörbék matematikai leírása volt [1]. Ennek ellenére szükségesnek látszik az *előzmények rövid összefoglalása*.

A korábbi Aluterv-FKI-ban, a nyolcvanas évek vége és 1995 között végrehajtott egyik anyagfejlesztési kutatásnak célja az alumíniumötvözetek hőtágulási együtthatójának jelentős csökkentése, a melegszilárdság és a kopásállóság növelése volt. Ehhez az eutektikusnál (kb. 12%) jóval nagyobb, 25-30% Si-ötvözés és egyéb, intermetallikus vegyületképző, pl.: Ni, Fe, Cu, Mg adagolása szükséges. A nagy likviduszszolidusz hőmérséklet-különbség miatt várható, hogy az ötvözet folyadékállapotból történő lehűlése során nagyon durva primer Si kiválás jelennek meg, amelyek jelenléte a mechanikai tulajdonságok erőteljes romlását okozzák. Ennek megakadályozására a folyadékállapotú ötvözetet apró cseppekre porlasztják (atomizálják), és a cseppeket a lehető legnagyobb sebességgel hűtik le (rapid solidification, RS). Az így kapott durva port a porkohászat (powder metallurgy, PM) technológiai módszereivel lehet konszolidálni. Az Aluterv-FKI javasolta technológia lényeges eleme az, hogy a port nem a szokásos PM eljárással (porsajtolás – szinterelés – készresajtolás) tömörítik. Ez helyett, meleg kisajtolással, egy lépésben azaz porsajtolás közben, nyomás alatti szintereléssel készülnek a kisajtoló rúd formájú előgyártmányok, melyek a gépgyártás-technológia ismert módszereivel dolgozhatók fel. Ezek rendszerint Al-Si-Ni ötvözetek, porozitásmentesek, 100% sűrűségűek. Szövetszerkezetük az RS/PM technológiának köszönhetően fémtanilag rendkívüli mértékben eltér az adott kémiai összetételnek megfelelő kvázi-egyensúlyi állapottól.[2]

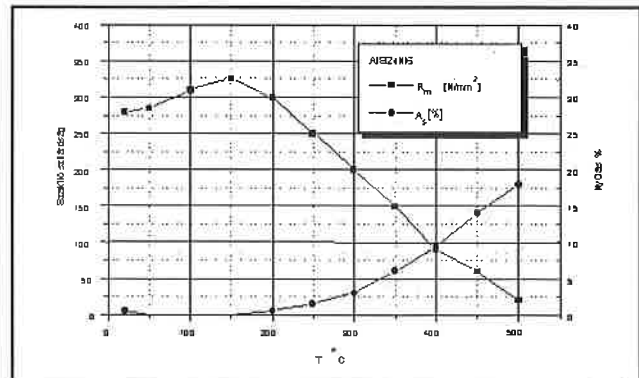
Az RS/PM eljárással készített anyagból NNS (Near Net Shaping) módszerekkel, pl.: zárt üregű, sorjamentes izotermikus süllyesztékes melegsajtolással viszonylag kisméretű, termomechanikai rendszerekben (pl. robbanómotor, kompresszor) alkalmazott alkatrészek gyártási technológiáját fejlesztjük, a BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Tanszékén [3] [4]. Az alkatrészgyártási technológia- és szerkezet-tervezés kiváló eszköztára a vége-selemes szimuláció, amely a már említett [1] dolgozat eredményei nélkül nem valósítható meg [5] [6].

A jelen dolgozat a címben megnevezett anyagok egyéb, mechanikai anyagszerkezet-tervezési módszerekkel meghatározható, és a felhasználhatóság szempontjából nagyon fontos tulajdonságaival foglalkozik, nevezetesen az alakíthatósággal, a kopással és a fáradással. A vizsgálatok az Európa Unió által támogatott INCO-Copernicus CT 96-0750 „MicroAlu” projekt keretében készültek, német, holland, szlovák és lengyel kutatók közreműködésével.

## Az alakíthatóság vizsgálata

A fémes anyagok alakváltozó képessége adott kémiai összetétel és szerkezeti állapot (pl. szemcseméret, hőkezelési állapot, karbideloszlás stb.) esetén a feszültségi állapot, a hőmérséklet és az alakváltozási sebesség, továbbá a terhelés történetének függvénye. Ennek ellenére

az alakváltozó képességet durván, de informatív módon jellemezheti a szakítóvizsgálattal meghatározott szakadási nyúlás vagy a kontrakció is. A 26% Si és 7% Ni tartalmú RS/PM ötvözet szakítószilárdságának és szakadási nyúlásának a hőmérsékletfüggését ábrázolja az 1. ábra.



1. ábra. A 24%Si, 6% Ni tartalmú RS/PM ötvözet mechanikai tulajdonságai a hőmérséklet függvényében

Az ábrából következik, hogy ez az anyag szobahőmérsékleten, a szokványos eljárásokkal nem alakítható. Az is látszik, hogy a melegszilárdsága viszont 250 °C-ig nagyon jó. Látható, hogy ennek az anyagnak a képlékeny alakítással történő alakadása csak 350–400 °C felett kísérhető meg a szokványos eljárásokkal. Mivel az alakíthatóság a szakadási nyúlásnál lényegesen összetettebb fogalom, ezért az 1. ábra információtartalma ennek a megítélésére semmiképpen nem elégséges.

Az alakíthatósági tulajdonságok korrekten, „egyenletben helyettesíthető” mennyiségekkel jellemzésére, illetve ezek ábrázolására kétféle diagramot használunk. A térfogat-alakítási eljárásoknál a Maier-Siebel-Kolmogorov (MSK)-féle határ-alakváltozás görbét, míg a lemezalakításnál és egyes síkfeszültségi állapotokkal jellemezhető térfogat-alakítási eljárásoknál a Keeler-Goodwin-féle alakítási határgörbét (Forming Limit Diagram, FLD). Ezeknek értelmezése, elméleti illetve fenomenológus leírása megtalálható a hazai szakirodalomban is [7] [8].

Az MSK típusú határgörbét, mely a törés helyén mért  $\bar{\epsilon}_f$  összehasonlító alakváltozást ábrázolja a k feszültségi állapot mutató függvényeként, Darvas és Ziaja [7] szerint jó közelítéssel az alábbi egyenlettel lehet leírni:

$$\bar{\epsilon} = (C_1 + C_2 |v|) \exp\left[ (C_3 + C_4 |v|) k \right],$$

$$k = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3k_f}, \quad v = \frac{2\epsilon_2 - \epsilon_1 - \epsilon_3}{\epsilon_1 - \epsilon_3}$$

ahol  $\sigma_i$  a főfeszültségek,  $i$  a főnyúlások,  $k_f$  az aktuális folyáshatár (alakítási szilárdság) és  $C_i$  az anyagjellemzők és  $v$  Lode-paraméter.

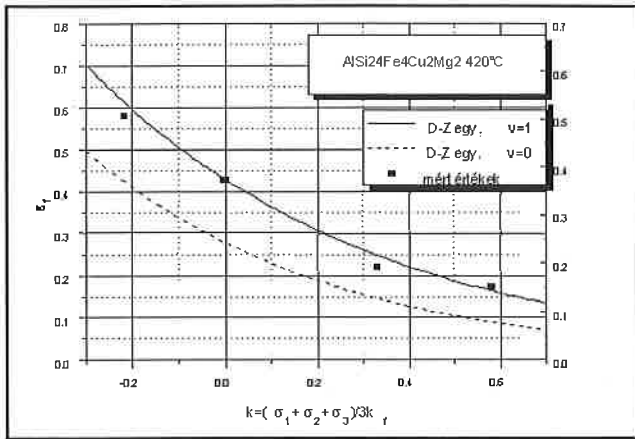
Egy vassal, rézzel és magnéziummal ötvözött Al-Si RS/PM anyag jellegzetes MSK határ-alakváltozási görbéjét mutatja 420 °C hőmérsékleten a 2. ábra.

Az ábra szerint a kérdéses anyag alakváltozó képessége gyenge, de a feszültségi állapotnak a háromtengelyű nyomás (hidrosztatikus nyomás) irányába változtatása jelentősen javíthatja a viszonyokat.

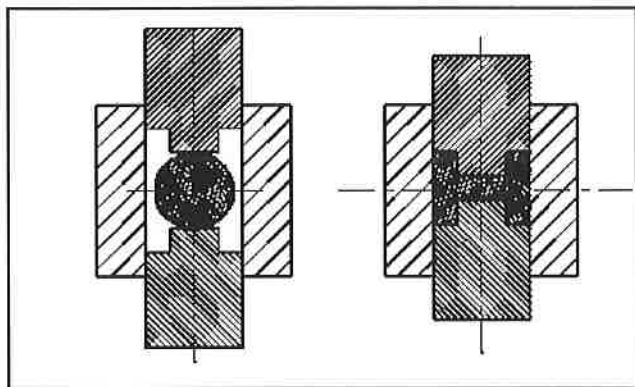
A szóba jöhető technológiák közül a zárt üregű, sorja nélküli süllyesztékes kovácsolás esetén, az üreg megtöltésekor rendkívül nagy lehet a hidrosztatikus nyomáskomponens (gömbtenzor). Az üreg töltésének kezdeti szakaszában viszont a munkadarab szabad felszínén a gömbtenzor jóval kisebb, és a felrepedés esélye nagy (3. ábra).

\* Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Tanszék,

\*\*Bányász-Kohász Akadémia, Krakko

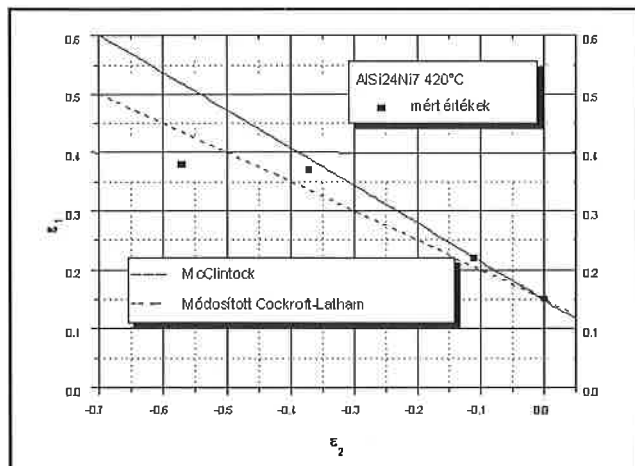


2. ábra. 4%Fe, 2%Cu, 2%Mg, 24%Si tartalmú RS/PM ötvözet határ-alkalváltozás diagramja és ennek megközelítése a Darvas-Ziaja-egyenlettel



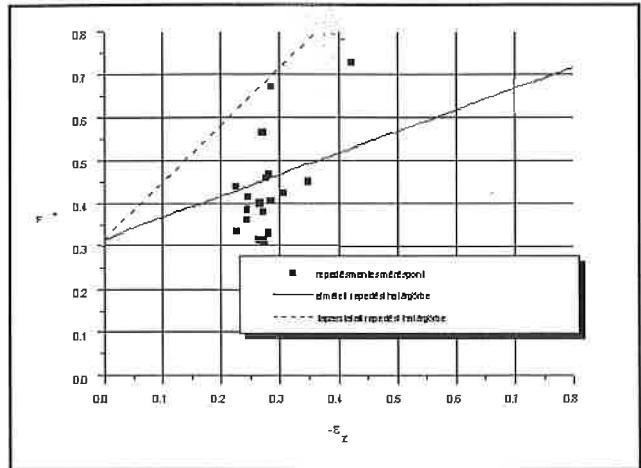
3. ábra. A zárt üreg töltések a szabad felszín felrepedhet

Az alakíthatóságot ezért a zömítési határgörbék meghatározásával célszerű jellemezni. A már idézett [7] dolgozatban leírt módszerekkel mért, és a [8] dolgozatban összefoglalt módszerekkel számított jellegzetes határgörbe látható a 4. ábrán.



4. ábra. 24%Si, 7%Ni RS/PM ötvözet számított és mért repedési határgörbéi a felületen mért fonyúlások síkjában ábrázolva.

A 4. ábra szerint a sajtolás közben a munkadarabok felületének felrepedése már nagyon kis alakváltozásoknál bekövetkezhet. Az [1] dolgozatban bemutatott folyási görbék szerint viszont az anyag tulajdonságai erősen hőmérséklet- és deformációsebesség-függőek, oly annyira, hogy egyes paraméter kombinációk esetén a szuperképlékeny állapot sincs kizárva.



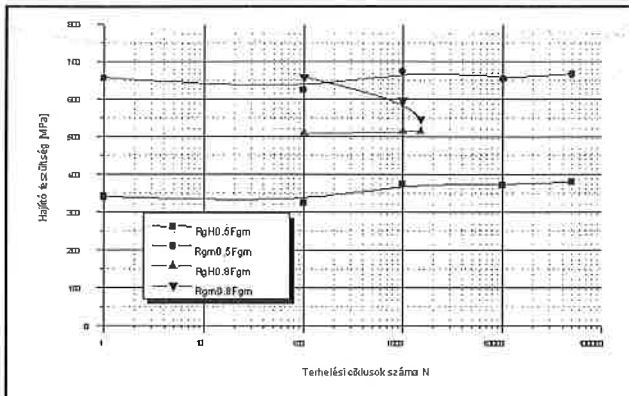
5. ábra. AISi26Ni6 RS/PM ötvözet repedési határgörbe 450 °C

Ennek alapján a 3. ábra szerinti technológiai folyamat sebességviszonyait megváltoztatva, kissé megnövelt hőmérsékleten, izotermikus szerszámban (vagyis a nyomószerszám hőmérséklete megegyezett a próbatest hőmérsékletével) az 5. ábra szerinti repedési határgörbét kaptuk. A görbe pontjai különböző deformáció-történetek eredményei, melyeket különböző magasság-átmérő viszonyú nyomó próbatestekkel határoztunk meg, változtatva a súrlódási viszonyokat a teljes tapadás és a hidrodinamikus kenés között. A kiinduló poranyag jellemző szemcsemérete 50 μm volt. A síkalakváltozást reprezentáló ε₂=0 és ε₁ = 0,32 tőrést jelentő pontot a [8] dolgozatban rúdanyagokra javasolt bemetszett próbatest szakításával mértük meg azonos hőmérsékleten és deformáció sebességgel [9]. Az elméleti határgörbét a Chen, Oh és Kobayashi [10] szerint korrigált Cockcroft-Latham-elmélettel számítottuk ki. Amint az ábra mutatja, a kísérlet során a nyomó próbatestek az ábrázolt alakváltozásokig nem repedtek. Az jól bevált elméleti modell ez esetben nem tudja követni az egyenlőre nem pontosan ismert alakváltozási mechanizmusokat, melynek során feltételezhető a nem-egyensúlyi állapotú szerkezet változása, és ennek kölcsönhatásai.

### A fáradási tulajdonságok vizsgálata

Az alumíniumalapú ötvözeteknél általában hiányzik a Wöhler-görbe töréspontja, ezért célszerűbb adott feszültségszinten meghatározott élettartamról beszélni a kifáradási határ helyett. Jelen esetben is a kifáradási határ meghatározása helyett az ismételt igénybevétellel szembeni ellenállás becslését végezték el a Krakkói Bányász-Kohász Akadémia által javasolt módszerrel [11]. A módszer lényege a következő:

10x10 mm² keresztmetszetű, hasáb alakú, 47 mm hosszú próbatesten 40 mm alátámasztási közszel statikusan hárompontos hajlítóvizsgálatot végeznek, és megállapítják a töréshez szükséges F<sub>gm</sub> erőt. Ennek az erőnek az 50 illetve 80%-ával, mint terhelési amplitúdóval (0–0,5 F<sub>gm</sub> és 0–0,8 F<sub>gm</sub>) hasonló hárompontos elrendezésben különböző próbatesteket különböző terhelési ciklusszámig fárasztanak. E közben mérik az erő-lehajlás görbét, melyből elválasztható a lehajlás rugalmas és képlékeny összetevője. Az előre megadott ciklusszám elérése után a próbatesten statikus hajlítóvizsgálatot végeznek, és az erő-lehajlás görbéből meghatározzák az R<sub>GH</sub> hajlító folyáshatárt és az R<sub>gm</sub> hajlítószilárdságot. Mivel a vizsgált anyag a szobahőmérsékleten elég rideg, nagyon kis maradó alakváltozást szenved, ezért a keresztmetszeti tényezőt egyszerűen K = a<sup>3</sup>/6 –al veszik figyelembe, ahol a a próbatest négyzetkeresztmetszetének élhossza. Az ilyen módon meghatározott hajlító folyáshatárokat és -szilárdságokat az 50 μm jellemző porszemcse méretű Al26Ni6 RS/PM ötvözetre a terhelési ciklusok függvényében a 6. ábra mutatja. Minden pont az ábrában 2-3 mérés átlaga.

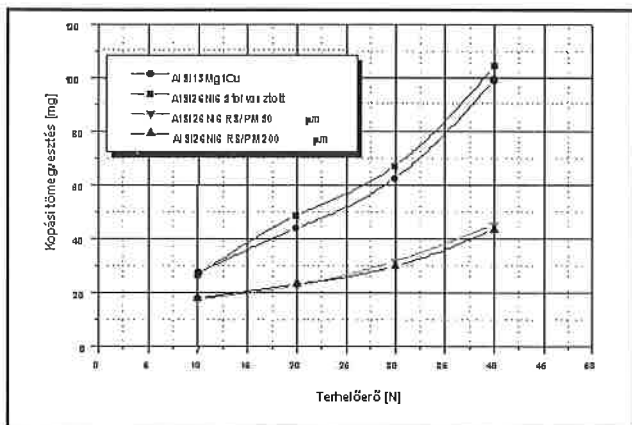


6. ábra. A terhelési ciklusok számának hatása az AISi26Ni RS/PM anyag hajlítással meghatározott folyáshatára és hajlítószilárdságára

Az ábrából látszik, hogy a statikus hajlítószilárdság felével, mint amplitúdóval végzett fárasztás hatására sem a folyáshatár, sem a hajlítószilárdság nem változik 55 000 ciklusig. A 80%-os terhelés hatására viszont egyrészt gyorsan csökkent a hajlítószilárdság, másrészt 1000–1600 ciklusnál a próbatestek eltörték, nyilván a fáradási repedések következményeként. Mindezekből arra lehet következtetni, hogy az anyag fáradási határa biztosan kisebb a statikus hajlítószilárdság 80%-ánál, de feltehetően nagyobb a statikus hajlítószilárdság felénél.

### A kopási tulajdonságok vizsgálata

A kopási tulajdonságokat nyilvánvalóan a jól ismert és hasonló anyagokkal történő összehasonlításával célszerű elvégezni. Összehasonlítás céljára alkalmas egy nagy Si-tartalmú szabványos, önthető Al-ötvözet, továbbá a kérdéses hipereutektikus RS/PM anyagoknak egy egyensúlyi állapotú változata. Ez az RS/PM anyag megolvastásával, alakra öntésével és lassú hűtésével állítható elő. Az összehasonlító



7. ábra. AISi26Ni6 RS/PM anyag kopási tulajdonságai

kopásvizsgálathoz kimunkált Ø15,9 mm próbatesteket többek között vizsgárral nedvesített acél tárcsán, 0,67 m/s relatív sebességgel 500 m kopási út megtételéig koptatták Krakkóban [12]. A próbatesteket speciális pneumatikus berendezés a beállított erővel nyomta a forgó tárcsára. A kopási tömegvesztéseket analitikai mérleggel, 1 mg pontossággal mérték a próbatest terhelésének függvényében. A mérés eredményét a 7. ábra mutatja. Minden méréspont legalább 3 mérés átlaga.

A kopásvizsgálat egyértelműen bizonyítja, hogy az RS/PM anyag, különösen a nagyobb terheléseknél 100-250%-al kopásállóbb a hagyományos öntészeti Al-ötvözetnél és a vizsgált anyag egyensúlyi állapotú változatától.

### Összefoglalás

A gyorsítással atomizált és speciális porkohászati technikával előállított hipereutektikus, 24-27% Si- és 6-7% Ni-tartalmú, kis hőtágulási együtthatójú anyagok 450 °C-on viszonylag kis deformációsebesség esetén kiválóan alakíthatók. Szobahőmérsékleten igen jó fáradási tulajdonságaik vannak, a fáradási határuk közelítőleg a statikus hajlítószilárdság fele. Ezeknek az egyensúlyi állapottól nagyon távol álló szerkezetű anyagoknak a kopásállósága lényegesen jobb az egyensúlyi állapotú anyagénál és a szabványos öntészeti ötvözetnél.

### Irodalomjegyzék

- [1] Krállics Gy., Ziaja Gy.: Anyagvizsgálók Lapja 1998/4 p.101-104
- [2] Stefániay, V.I., Ziaja, G., Reé, A.: Properties of Al-Si-(X) RS/PM Aluminium Alloys. GÉPÉSZET 98. Proc.First Conf.on Mechanical Engineering. Vol 1. p.242-246 Springer Verlag Budapest, Barcelona, Berlin etc. 1998
- [3] Németh Á., Ziaja Gy., Stefániay V.: Al-alloy connecting rods with properties by combined metallurgy and deformation processes. GÉPÉSZET 98. Proc.First Conf.on Mechanical Engineering. Vol 2. p.505-509 Springer Verlag Budapest, Barcelona, Berlin etc. 1998
- [4] Ziaja Gy., Stefániay V., Németh Á.: Formability and Forming of Hypereutectic RS/PM, Al-Si-Ni Alloys. Advanced Technology of Plasticity Vol III. Proc. 6th.ICTP, Sept 19-24 1999 p.1613-1618.Springer Verlag Berlin etc. 1999...
- [5] Malgyn, D., Krállics, Gy., Ziaja, Gy.: Virtual manufacturing of sheet and bulk forming. Proc.First Conf. on Mechanical Engineering. Vol 2. p. 472-476. Springer Verlag Budapest, Barcelona, Berlin etc. 1998
- [6] Krallics Gy., Ziaja Gy., Malgyn D.: FE Simulation of connecting rods manufacturing. Proc. IASTED Int.Conf. on Modelling and Simulation. May 13-16 1998 Pittsburgh p. 288-292
- [7] Ziaja Gy., Darvas Z.: BKL Kohászat 123.évf. 1990. 5. sz. p. 209-214
- [8] Ziaja Gy.: Anyagvizsgálók Lapja 1996/6 p.73-80
- [9] Nyeste Zs.: Diplomaterv BME MTAT 1999
- [10] Chen, C.C., Oh, S.I., Kobayashi, S.: Journ. Eng. Ind. 101 (1979) p.35-44
- [11] Korbel, A., Bochniak, W., Dybiec, H., Chromcewicz, A., Ziomek, M.: Progress Report Jun. 1998-Nov. 1998. Formability Modelling of Aluminium Base PM Alloys. Inco-Copernicus Project No. CT 96-0750 MicroAlu Univ. Mining and Metallurgy, Dept. Structure and Mechanics of Solids. Krakow, Poland
- [12] Korbel, A., Bochniak, W., Dybiec, H., Niemiec, K., Chromcewicz, A., Ziomek, M.: Progress Report Nov.1997-Jun. 1998. Inco-Copernicus Project No. CT 96-0750 MicroAlu Univ. Mining and Metallurgy, Dept. Structure and Mechanics of Solids. Krakow, Poland

## Az ezredforduló anyagai és technológiai

„Napjaink anyagtudományán alapul a jövő nemzedékeinek életminősége” – ez a mottó olvasható a II. anyagtudományi, anyagvizsgálói és anyaginformaticai konferencia és kiállítás programfüzetében. A konferenciát ezúttal Balatonfüreden október 10–13 között a Hotel Füredben rendezték meg a szakmai tudományos egyesületek közreműködésével és számos szakcég támogatásával, azaz széles körű hazai szakmai összefogással és kisszámú (20 fő), de ismert külföldi kutatóhelyekről érkezett szakértő részvételével. A mintegy 180 fő hazai résztvevő munkahely szerinti megoszlása híven tükrözi azt a változást, amely a rendszerváltást követően az anyagtudomány kutató-fejlesztő műhelyeiben következett be. Nevezetesen: az ipari kutatóintézetek megszűnésével az alap- és alkalmazott kutatás súlypontja a tudományegyetemek, a műsza-

ki egyetemek és főiskolák tanszéki közösségeire, az átszerveződött MTA kutatóintézetekre valamint a Bay Zoltán Alapítvány két intézetére (a miskolci Baylogi és a budapesti Bayati) tevődött át (a résztvevők 2/3-a), a fejlesztésekben pedig – együttműködő partnerek bevonásával – a privatizáció után megerősödő néhány vas- és fémkohászati illetve műanyaggyártó cég szakosodott részlegei az érdekeltek (a résztvevők 1/3-a, ennek 2/3-a a szervezésben jelentős szerepet vállalt Dunaferr Rt.-től). A kiállítás viszont mind a résztvevő cégek száma, mind a kínálat tekintetében még messze elmaradt a hajdan volt, de céljaiban hasonló és szellemi előzményként felidéztet kohászati anyagvizsgáló napok (KAN) rendezvénysorozatától.

Folytatás a 140. oldalon

# Az „Essential Work of Fracture” (effektív törésmunka) módszer alkalmazása műanyagok törési jellemzőinek meghatározására

Major Zoltán\*

## Bevezetés

A műanyagok szívósságának, törési jellemzőinek meghatározására mind gyakrabban alkalmazzák a különböző törésmechanikai módszereket. A viszonylag egyszerű lineárisan rugalmas törésmechanika (LRTM) alkalmazhatósága a műanyagok nemlineáris viselkedése, a mechanikai tulajdonságok idő- és hőmérsékletfüggése következtében meglehetősen korlátozott. A rugalmas-képlékeny törésmechanikai (RKTm) mérőszámok pl. J-integrál alkalmasabbak a műanyagok törésmechanikai jellemzésére. Ezen vizsgálatok elvégzése azonban meglehetősen bonyolult, fejlett vizsgálattechnikai háttérrel és gyakorlott személyzetet igényel. Például a stabil repedéskeletkezést jellemző kritikus érték a  $J_{Ic}$  pontos meghatározása is meglehetősen nehézkes, mivel a műanyagoknál a repedéscsúcs letompulása többféle módon végbemehet (mint minden tulajdonság ez is idő- és hőmérsékletfüggő). A fémek anyagoknál elterjedten alkalmazott tompulási egyenes (blunting line) nem, vagy csak igen durva közelítéssel használható. A gyakran javasolt 0,2 mm-es stabil repedésterjedéshez tartozó érték a  $J_{0,2}$ -es valódi repedéscsúcs-tompulás figyelembevétele nélkül nem minden esetben jellemzi az anyag valódi ellenállását. A tompulási egyenes különböző módszerekkel történő becslése a  $J_{Ic}$  meghatározásánál akár 200%-os eltérést is eredményezhet, ami a gyakorlatban nem elfogadható érték. A poliolefinok esetében különösen nehézkes és szubjektív a kritikus J-integrál meghatározása. A kutatók ezért kerestek olyan módszert, amivel a fent említett nehézségek kiküszöbölhetők.

Az „essential work of fracture” (effektív törésmunka, továbbiakban EWF) koncepcióját először Broberg [1] javasolta. A gyakorlati alkalmazáshoz Mai és Cotterell [2] fejlesztett ki egy elegáns módszert. Karger-Kocsis [3], aki egyik úttörője az EWF-módszer gyakorlati alkalmazásának a műanyagok területén magyar munkatársaival többek között  $\beta$  és  $\alpha$  módosított polipropilén [4], amorf kopoliészter és más műanyagok törési tulajdonságait hasonlította össze e módszerrel [5]. A vizsgálati eredményekből levont következtetések jól használhatók, mind az adott anyag deformációs mechanizmusainak megértéséhez, mind pedig különböző, gyakran igen szívós anyagok összehasonlításához. További jelentős alkalmazási terület a műanyag fóliák vizsgálata. Ezen a területen a már említett szerzők mellett Hashemi [6] munkái tarthatnak számot szélesebb érdeklődésre. A műanyag fóliák készítésével, feldolgozásával foglalkozó szakemberek számára igen érdekes mérési eredmények, összehasonlító adatok található az előbbi szerző munkáiban. Bár a módszer elsősorban a sík feszültségi állapotban levő próbatetek vizsgálatára alkalmas, az utóbbi években több kutató is megpróbálta a módszert sík alakváltozási állapotban is használni, valamint a szívós/rideg átmenetet e módszerrel jellemezni. Az ESIS TC4 Polymers and Composites munkabizottságának munkaprogramjában is szerepel a módszer mérés technikájának, alkalmazhatóságának kidolgozása, az ISO szabványok közé történő felvételének előkészítése [7].

## Az EWF-módszer elvi alapjai

A teljes törési munka két részre osztható fel. Az első rész, ami a repedés terjedéséhez szükséges, ezt nevezzük az effektív résznek (essential work,  $w_e$ ), és a másik rész, ami arányos a repedés körül

kialakult képlékeny zónában elnyelt energiával, ez a látszólagos törésmunka (non-essential work  $w_p$ ).

$$W_f = w_e + w_p \quad (1)$$

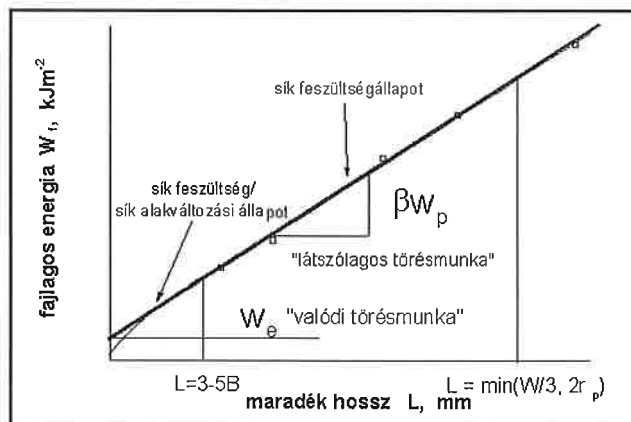
Ha a terhelés és repedéskeletkezés során a próbatest maradék keresztmetszete teljesen megfolyik, akkor a  $w_e$  arányos a maradék rész hosszával ( $l$ ), a  $w_p$  pedig, miután egy térfogatban lezajló folyamatot jelöl, ennek négyzetével. Ha mindkét részt fajlagos alakban írjuk fel, akkor a következő összefüggést kapjuk.

$$W_f = w_e l B + \beta w_p l^2 B \quad (2)$$

A vizsgálat elvi vázlata látható az 1. ábrán. Mint minden törésmechanikai mérőszám a  $w_e$  is érvényességi korlátokhoz kötött mennyiség. A próbatest maradék szakaszának hosszára teljesülni kell az alábbi feltételeknek:

$$(3-5)B < l > \min(W/3, 3r_p) \quad (3)$$

ahol  $r_p$  a képlékeny zóna mérete az LRTM-ben használatos képlet, vagy a Dugdale-modell szerint. Az első feltétel szerint a maradék hosszak nagyobbak kell lenni, mint a próbatest B vastagságának 3-5-szöröse azért, hogy elkerüljük a sík alakváltozási állapot kialakulását. Ezt kíséreltetileg a különböző anyagok esetén úgy határozhatjuk meg, hogy egy diagramban ábrázoljuk a folyáshatárt majd ennek 1,15-szorosát, amely értéket Hill [8] határozott meg kettős bemetszésű próbatetek esetére. A különböző hosszúságú bemetszések esetén meghatározott maximális feszültségértékek egy adott repedéshossz elérése esetén meghaladják az adott folyáshatár értéket. Ez a pont tekinthető az alsó határértéknek. Meg kell azonban jegyezni, hogy a különböző hosszúságú bemetszések miatt különböző törési idők adódnak. Mivel a műanyagok folyáshatára időfüggő, így a fent említett értékek sem állandóak, hanem a maradék hossz függvényében változnak.



1. ábra. Az „essential work of fracture” vizsgálati módszer elvi vázlata

A második feltétel szerint az  $l$  maradék hosszak, nagyobbak kell lenni, mint a képlékeny zóna méretének a kétszerese, hiszen az a legfontosabb feltétel, hogy a maradék keresztmetszet teljes megfolyása előzze meg a repedés keletkezését. A képlékeny zóna méretét itt is hőmérséklet- és időfüggő értékekkel kell meghatározni. A harmadik feltétel szerint a próbatest szélessége legyen nagyobb, mint a maradék hossz háromszorosa azért, hogy elkerüljük a képlékenyen alakváltozott tartomány kiterjedését a próbatest peremére.

\* Joanneum Research, Institut für Kunststofftechnik, Leoben, A-8700



További hasznos információk is nyerhetők a vizsgalatokból. A már említett Hill vizsgálatai szerint a maximális erő a maradék hossz,  $l$  függvényében a következőképpen változik:

$$\frac{P_{max}}{B} = mL\sigma_{ys} \quad (4)$$

ahol  $m$  a képlékeny alakváltozás korlátozási tényező, aminek szokásos értéke síkfeszültségi állapot esetén 1. Ez tulajdonképpen az előzőekben már említett első kritérium más alakban történő felírása. Műanyagoknál a vizsgálati hőmérséklet és sebesség változásával az  $m$  értéke is változik. Meghatározható a vizsgalatokból a repedéskinyílás,  $D_c$  átlagos értéke is. Ez nem azonos a CTOD értékkel, de további információkat szolgáltat az anyag alakváltozási tulajdonságairól.

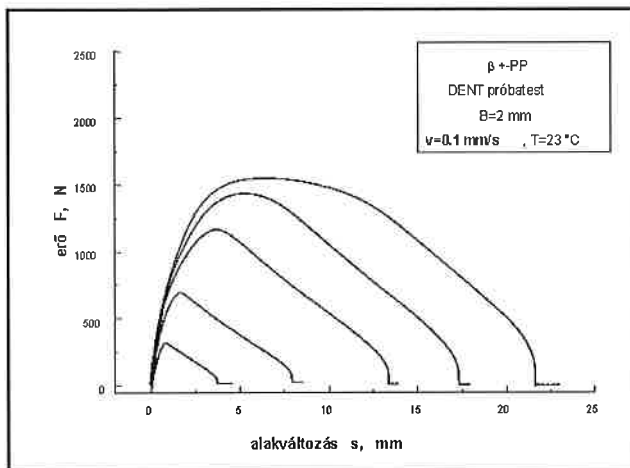
$$d_{final} = \Delta_c + \Theta L \quad (5)$$

ahol  $d_{final}$  a maximális deformáció, a  $\Theta$  pedig a törési zóna repedéskinyílásának a szögével arányos.

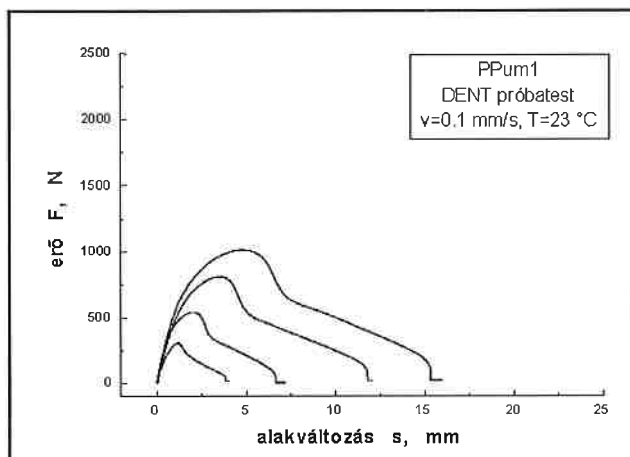
## Kísérletek

### Anyagok

A vizsgalatokhoz különböző polipropilén anyagokat (továbbiakban a jelölés  $\beta$ +PP és PPum1) használtam fel. A 2. és 3. ábrán két különböző anyag DENT próbatetekkel felvett erő-elmozdulás diagramjai láthatók 1 mm/s vizsgálati sebességnél, szobahőmérsékleten (23 °C).



2. ábra. A  $\beta$ +PP erő-elmozdulás diagramja



3. ábra. A PPum1 erő-elmozdulás diagramja

### Kísérletechnika

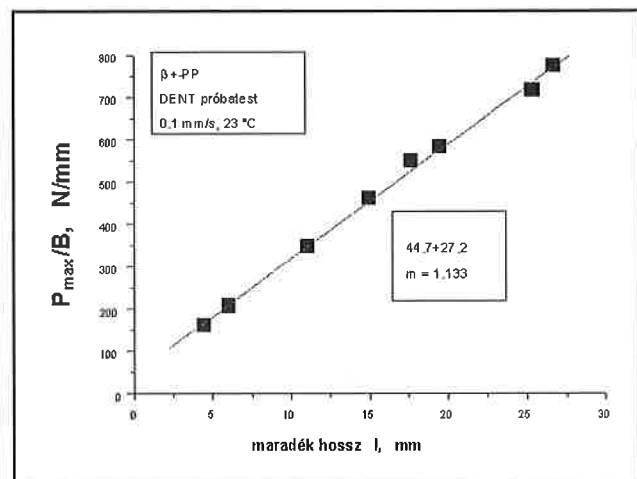
Az EWF mérés technikája igen egyszerű. Különböző hosszúságú bemetszésekkel ellátott egy (SENT), vagy két oldalon bemetszett

(DENT) szakítópróbatetekkel felvesszük az erő-elmozdulás diagramokat. Az elmozdulásméréshez használható a keresztfej, vagy a dugattyú elmozdulás jele is, de a próbatesthez rögzített extenzométer még pontosabb jelet szolgáltat. Természetesen ebben az esetben a nyúlásmérő méréshatárának nagyobbak kell lenni, mint a maximális elmozdulás, kb. 30-35 mm. A bemetszés hosszak a már említett kritériumok figyelembevételével határozhatók meg. Célszerű legalább 6-8 különböző hosszúságú bemetszést tartalmazó próbatestet vizsgálni.

A különböző hosszúságú bemetszéssel ellátott próbatetek diagramjaiból meghatározzuk a töréshez szükséges energiákat (a különböző szoftverekkel pl. Origin [9]) az integrálás egyszerűen, gyorsan elvégezhető. Látható, hogy a vizsgált anyagok különbözőképpen viselkednek. Míg a  $\beta$ +PP a maximum elérése után stabil egyenes folyást mutat, addig a PPum1 jelűt nagyobb mértékű jellegzetes képlékeny instabilitás jellemzi.

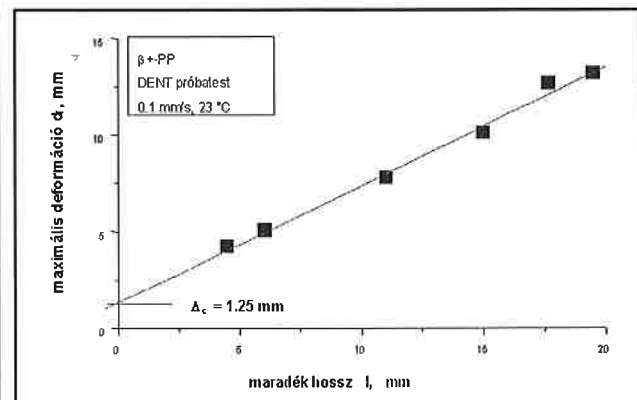
### Eredmények

Az 4. ábrán a próbatest vastagságára vonatkoztatott maximális erő értéket ábrázoltuk a maradék hossz függvényében. Ha az adott hőmérséklethez és alakváltozási sebességhez tartozó folyáshatár értékét ismerjük, akkor az  $m$  értéke meghatározható. A bemutatott példában az  $m$  értéke (1,133) jól egyezik az elméletileg meghatározott 1,15-ös értékkel.



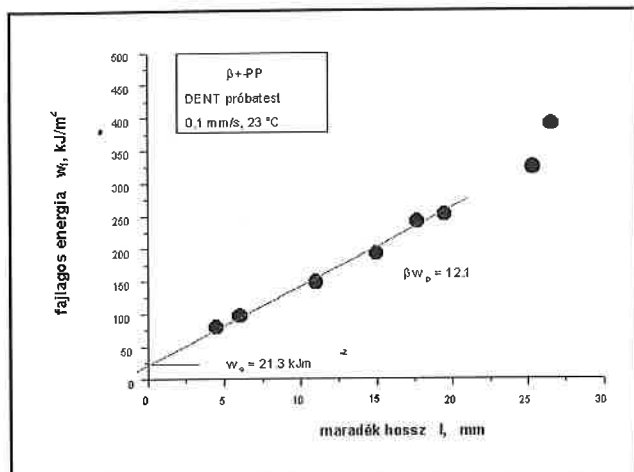
4. ábra. A próbatest szélességére vonatkoztatott maximális erő  $P_{max}$  a maradék hossz függvényében

Az 5. ábrán a töréshez tartozó maximális deformáció a maradék hossz függvényben van ábrázolva. A  $\Delta_c$  érték jellemzi a bemetszés kinyílását.



5. ábra. A maximális deformáció változása a maradék hossz függvényében

A vizsgalatokból meghatározott fajlagos energiaértékek kerültek ábrázolásra a maradék hossz függvényében a 6. ábrán  $\beta$ +PP esetén. Látható, hogy a teljesen képlékenyen alakváltozott próbatest esetén a

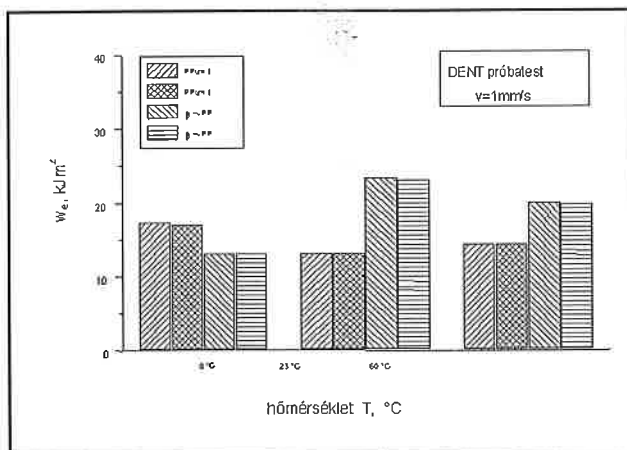


6. ábra. A fajlagos energia változása a maradék hossz függvényében az effektív törésmunka,  $w_0$  meghatározásához

diagram valóban lineáris a  $w_0$  értéke pontosan meghatározható. Amennyiben a próbatesten megmérjük a képlékeny zóna méretét (ez ellipszis, vagy rombusz alakú), akkor a képlékeny zónában elnyelt látólagos törésmunka  $w_1$  értéke is megadható.

Különböző hőmérsékleten elvégzett vizsgálatok eredményeit mutatja be a 7. ábra  $\beta$ +PP és PPum1 összehasonlításával. Mind a vizsgált anyagok összehasonlítása, mind pedig az adott anyag tulajdonságainak hőmérséklet-függése pontosan meghatározható. Mint azt Karger-Kocsis [3] egyik munkájában részletesen elemezte nem minden anyag viselkedik a vizsgálattechnika szempontjából ideálisan. Az amorf műanyagok többsége, amelyek a maximális erő elérése után határozott folyást (necking) mutatnak a repedéskeletkezés előtt, jól vizsgálhatók e módszerrel. A részben kristályos műanyagok többsége, pl. a  $\beta$ +PP is, egyértelműen a bonyolultabb viselkedést mutató anyagok közé tartozik.

További fontos kérdés (főleg törésmechanikával gyakran foglalkozó szakemberek számára), hogy van-e, és ha van mi a kapcsolat az EWF-ből meghatározható mérőszámok és a J-integrál, vagy az R-görbe



7. ábra. A vizsgált PP anyagoknál az effektív törésmunka értékei,  $w_e$  a vizsgálati hőmérséklet függvényében

között. Bár az irodalomban található erre vonatkozó elméleti összefüggés, ennek kísérleti igazolása azonban ma még nem tekinthető teljes értékűnek. Ugyancsak nem tisztázott kérdés, hogy a módszer valóban használható-e sík alakváltozási állapotban a törésmunka meghatározására, és ha igen mi ennek a kapcsolata a sík feszültegi állapotban meghatározott értékekkel.

Irodalom:

[1] Broberg K.B.: Mech. Phys. Solids (1975) 23, 215  
 [2] Mai Y. W, B Cotterell: Int. J. of Frac.,32, 105-125 (1986)  
 [3] Karger-Kocsis J: Polymer Bulletin 37, 119-126 (1996)  
 [4] Karger-Kocsis J., T Cigány: Polymer Vol 38 No: 18, pp 4587-4593, 1997  
 [5] Karger-Kocsis J., Varga J.: J.of Appl. Polymer Science Vol. 62 291-300 (1996)  
 [6] Hashemi S.: J. of Mat. Sci. 32 (1997) 1563-1573  
 [7] ESIS TC4: Test Protocol for EWF, Version 5 (1997)  
 [8] Hill R.H: J. Mech. Phys. Solids, 4 (1952) 19  
 [9] MicroCal Inc.: Origin 5.0 Reference Manual (1998)

Az ezredforduló anyagai és technológiái

Folytatás a 137. oldalról

A plenárius üléseken a felkért előadók áttekintették egyrészt az anyagtudomány – kiemelten a funkcionális anyagok és az előállításukhoz szükséges mikro- és nanotechnológia – alapvető szerepét a gazdasági fejlődésben és az életminőségre gyakorolt várható hatásait; másrészt a kormányzati szervek (GM, OMFB) és az EU vezető munkatársai bemutatták a tudományszervezés és -támogatás – kutatóhelyeket összefogásra is ösztönző – hazai és európai helyzetét és a lehetőségeket, kiemelten a hazai beszállítói célprogramot, illetve az EU 5. keretprogramjában 2002-ig szereplő anyagkutató feladatokat (ez utóbbiakról az Interneten is tájékozódhatnak az érdeklődők a www.cordis.lu, illetve a growth@dg12.cec.be címen).

Az anyagok és technológiák, a kutatási és vizsgálati módszerek, a modellezés és anyaginformatika szekciókban és a kerekasztal megbeszélésekben elhangzottak, valamint a posztereken bemutatottak – amelyeknek lényege nagyrészt elolvasható a konferencia-kiadványban – fontosabb megállapításai a következőkben összegezhetők:

A XXI. században a nemfémek alkalmazásának a köre bővül, de megmarad a fémeknek és ötvözeteknek a szerepe és a jelentősége is mind a szerkezeti, mind a funkcionális anyagok között. Azonban ezek fejlesztésben és gyártásában is a súlypont az anyagtulajdonságok tudatos – a felhasználói igényekre szabott – megváltoztatására helyeződik át. Mint ahogyan ez a szemlélet már fokozottabban érvényesül a fém- vagy műgyanta bázisú szerkezeti kompozitok, még inkább a funkcionális anyagok (különösen az informatika és a szenzori-

ka igényeire) fejlesztésében és gyártásában is. Ehhez nélkülözhetetlen az anyag szerkezete és tulajdonságai közti összefüggések, illetve a kívánt anyagszerkezetet létrehozó technológiai műveletek számítógéppel segített modellezése illetve vezérlése és ellenőrzése.

A sokszor egymásnak ellentmondó anyagtulajdonsági igényeket kielégítő ún. gradiens tulajdonságú anyagok és alkatrészek előállításának egyik fontos eszköze a felület összetételét, szerkezetét megváltoztató felületkezelési eljárások. Ezek köre, amelybe a régóta eredményesen alkalmazott eljárások, pl. betétedzés, kéregöntés, termokémiai és újabban a lézeres felületkezelés is beletartoznak, jelentősen kibővült, különösen a funkcionális tulajdonságokat (pl. szenzorok készítése céljából) megvalósító vékony rétegek előállítása kémiai gőzleválasztással erősen korrozív gázok érzékeléséhez. Az ilyen felületi anyagszerkezetek kutatásához, de ellenőrzéséhez is nélkülözhetetlenek a korszerű felületanalitikai spektroszkópos módszerek, a speciális szerkezetvizsgáló eszközök (pl.a pásztázó alagútmikroszkóp) alkalmazása is.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a felhasználói igényre szabott anyagtudomány, -fejlesztés és -előállítás sokrétű szilárdtestfizikai, kémiai, vizsgálattechnikai és módszertani, anyaginformatikai, valamint gyártástechnikai és technológiai ismeret rendszerbe szervezett alkalmazni tudását igényli. Az ebben megszerzett tapasztalatok és eredmények kölcsönös megismertetését jól szolgálta ez az anyagtudományt átfogóan kezelő konferencia.

Lehofer Kornél

## Endoszkópos szakmai nap



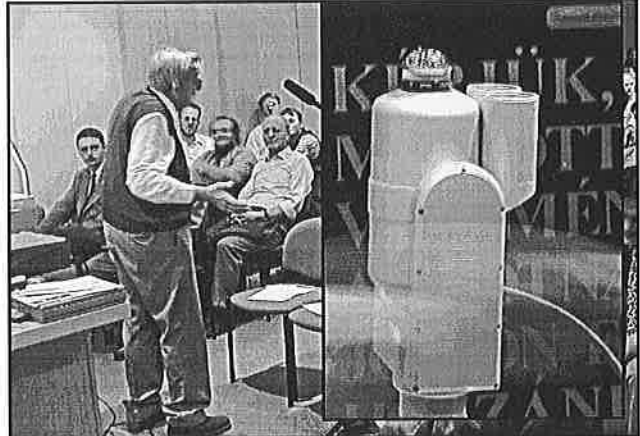
Az Everest újdonságok bemutatója

A vizuális vizsgálattechnika szerepe az állapotellenőrzésben jelentősen megnőtt napjainkra, köszönhetően az optika, az elektronika – például a videotechnikát forradalmasító CCD töltéscsatolt félvezető (charge-coupled device) – és a számítástechnika fejlesztésében elért eredmények célszerű összekapcsolásának. A korszerű technika vonzóvá tette a vizuális vizsgálati módszert, és ennek is köszönhető, hogy ma már hazánkban is évről évre nő a szakképzett vizuális anyagvizsgálók száma.

Ezért is kísérté nagy érdeklődés (mintegy 100 fő részvételével) az endoszkópos szakmai napot, amelyet a Paksi Atomerőmű Látogató Központjába, október 26-án rendezett az Anyagvizsgálók Lapja szerkesztőbizottsága és a Marovisz vezetősége a Testor BT., az ORSZAK BT. és a PA Rt. támogatásával és közreműködésével.

A vizsgálati tapasztalatokat összegző előadásokat – köszönet érte az előadóknak – és az Everest VIT cég vizsgálattechnikai újdonságait szerkesztett formában ismertetjük.

Az endoszkópos vizsgálattechnika atomerőművi alkalmazásáról – a néhány jellemző vizsgálati feladat során készített – videofelvételekkel és fotókkal gazdagon illusztrált előadásokban számoltak be a Paksi Atomerőmű Rt. anyagvizsgáló osztályának munkatársai. *Bácskai Péter* a gőzfejlesztő tápvíz-elosztó kollektorain feltárt, helyenként már lyukadást okozó eróziós károsodásokról készült videofelvételeket kommentálva rámutatott a Welch Allyn VideoProbe 2000 típusú videoendoszkóp előnyeire, kiemelve a szűk helyekhez való jó hozzáférhetőséget. Lehetséges hátrányként a nagyobb térfogatú terekben a viszonylag nehezebb irányíthatóságot említette. Az endoszkópos vizsgálatoknak az atomerőművi karbantartást segítő szerepét *Dóczi Miklós* illusztrálta előadásában, míg *Kovácsik László* a hőátadó- és a kondenzátorcsövek eróziós károsodásának és egyéb, például szerelési sérüléseinek feltárását bemutató endoszkópos vizsgálatok szerepét hangsúlyozta az üzemzavar-elhárításban és a megelőzésben. Egy mechanikus



Greguss professzor úr, és a PAL-optika ad hoc bemutatója

sérülés miatt a reaktorból kiemelt abszorberkazetta belső varrata épségének ellenőrzéséről készült videoképen már jelentkeztek azok a képet zavaró színes pontocskák, amelyeket a képképző CCD kamerát ért nagy dózisintenzitású sugárzás okozott.

A repülőgép-hajtóművek endoszkópos vizsgálatainak tapasztalatairól *Kunos Olivér*, az ACE Repülőgép Karbantartó Osztály munkatársa számolt be.

Fokozott érdeklődés kísérté (amit a mellékelt fotók is igazolnak) az Everest VIT bemutatóját, és *Greguss Pál* professzor *Humanoid látómodulok* című, igen élvezetes előadását és az általa kifejlesztett, NASA-díjjal is kitüntetett, PAL-optikával rögtönzött bemutatóját, amely meggyőzően szemléltette a 360 °-os, torzításmentes panorámaképet (síkra vetített hengerpalást képet) szolgáltató lencserendszer előnyeit, hiszen az Everest videokészülékre „előtétként” ad hoc felhelyezett PAL-optika (lásd a foton) forgatás és billentés nélkül „körbenézett”. További előny – és ez a humanoid látásmód lényege –, hogy a körgyűrű alakú panorámakép belső, egyébként üres, kör alakú mezejében, – kihasználva, hogy a PAL-optikában az optikai tengely körüli hengeres térfogat nem vesz részt a képképzésben –, a panorámaképből egy forgó tükrrel kombinált optikával kiválasztott részlet nagyított képe is egyidejűleg megjeleníthető! Mivel a PAL-optika könnyen miniatürizálható – az eddig elkészült változatok közül a legkisebb átmérőjű 6 mm –, ezért az optika videoendoszkópokba is beépíthető. (Greguss professzornak a PAL-optikáról írt cikkét, Központelvű mérés technikák címen az Anyagvizsgálók Lapja 1993/3. számában közzé tettük. Bírjuk ígéretét egy újabb cikk megjelenítésére.)

A sikeres szakmai nap egyaránt szolgálta az újdonságok megismertetését és a tapasztalatcserét.

*Lehofer Kornél*

## Vizuális anyagvizsgáló képzés Magyarországon

Szűcs Pál\*

1993-ban az egyik hegesztési folyóiratban úgy reklámozták az Amerikai Roncsolásmentes Anyagvizsgálók Egyesületének (ASNT) könyvét a szemrevételezéses és optikai vizsgálatokról, mint a legrégebbi és egyben a legújabb roncsolásmentes vizsgálatról szóló művet. A hirdetés megszövegezője igen frappánsan hívta fel a figyelmet az egyik legősibb vizsgálatra, amelynek fontossága az elmúlt időszakban megnőtt, ezzel egyidejűleg objektívabbá, számszerűsíthetővé vált az eljárás.

### A hazai vizuális anyagvizsgáló képzés

Magyarországon a radiográfus és ultrahangos roncsolásmentes anyagvizsgáló képzés meghonosodását követően 1989-ben az ISZTI szervezésében indult meg a vizuális anyagvizsgálók kétfokozatú

képzése. A képzési tematikát és a tanfolyami jegyzeteket kidolgozó dr. Müller Zoltánné gépészmérnök és Szűcs Pál fizikus a külföldi, elsősorban német és amerikai tapasztalatok ismeretében olyan anyagot állított össze, amely az öt évvel későbbben megjelenő MSZ EN 473 szabvány követelményeinek is megfelelt.

Amikor az MSZ EN 473 szabvány hatálybalépését követően a vizsgálatok, a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés (MHE) kidolgoztatta a vizsgálati tematikákat, az eredeti tematikák szinte változtatás nélkül átvehetők voltak, csak a szakterületeknek megfelelő tagozódást kellett kialakítani.

\* okl. fizikus, VT-3 – ORSZAK BT. 1752 Budapest, Pf. 101.

Az 1. táblázat segít összevetni a hazai, a német és az amerikai vizuális anyagvizsgáló képzés fő jellemzőit.

1. táblázat

VT1 és VT2 Oktatás összehasonlítása			
	OKJ-MHIE (hazai)	VEKTOR Cert (német)	SNT-TC-1A (1992) (amerikai)
Oktatás időtartama (1. fokozat / 2. fokozat)	42/40 óra	3/3 nap	8/16 óra
OKTATOTT TÉMAKÖRÖK	Fizika: optika látás Készülékismeret: hosszsmérő eszközök szögmérők éresség-mérők optikai eszközök endoszkópok megvilágítás fényképezés Vizsgálattechnológia: szabvány jegyzőkönyv	Fizikai alapok A szemrevételezés szabályai Endoszkópia EN 970 és ASME V.9 Reklamációk EN 25817 és ASME VIII.1	Meghatározások Szabványos fogalmak Fizikai alapok Eszközök Vizsgálat végrehajtása Elfogadási szintek Jegyzőkönyvezés
VÁLASZTHATÓ SZAKTERÜLETEK	Kohászati (1+5) Gépipari (2+3+4) Üregvizsgáló (endoszkópia)	Mulliszektorok MM = 1+2+4+5 PV = 3+4+5 MS = 1+2+3+4+5	Közetek Fémek (hegesztés) Szerves anyagok

**A képzés jegyzetei**

Az OKJ és az MSZ EN 473 szabvány követelményeit egyaránt kielégítő 1. és 2. fokozatú vizuális anyagvizsgáló képzés tanfolyami jegyzetei foglalkoznak a merev endoszkópok (boreszkópok), a hajlékony üvegszál optikák (fiberszkópok), a televíziós rendszerek és a videoendoszkópok működési elveivel, felépítésével, kalibrációjával és kezelésével.

Szűcs Pál: Fizika I-II. Fénytani ismeretek. SZTÁV Rt., Bp. 1989.

Szűcs Pál: Készülékismeret I-II. SZTÁV Rt., Bp. 1989.

Dr. Müller Zoltánné: Vizsgálati technológia és laboratóriumi gyakorlatok. SZTÁV Rt., Bp. 1990.

A gyakorló anyagvizsgálók könyvespolcáról nem hiányozhatnak a következő könyvek sem: Nondestructive testing handbook. Vol. 8. Visual and Optical Testing. ASNT, 1993. – The Guide to Video Technology for Remote Visual Inspection. Welch Allyn Inc. Video Division – P.G. Lorenz: The Science of Remote Visual Inspection (RVI). Olympus Industrial Co.

Az endoszkópok ipari alkalmazásáról az alábbi hazai szaklapokban jelentek meg cikkek az elmúlt években: Gép (GTE) – Anyagvizsgálók Lapja (Testor BT.) – Karbantartás és Diagnosztika (A.A. Stádium)

**Szabványok**

Magyarországon a szemrevételezéssel általánosságban foglalkozó szabvány nincs hatályban. A 2. táblázatban felsoroltuk azokat a termék- és minősítő szabványokat, amelyeket leggyakrabban használunk a munka során.

A vizuális vizsgálat fejlődését jól példázza a hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálatát leíró szabvány változása: Az MSZ 4310-2:1963 – Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata. Nagyítóval, olajos krétával, mágnesezhető porral való vizsgálat című szabványban a szemrevételezés azonos a nagyítóval való vizsgálattal, és mindössze 5 sort szentel neki a szabvány. Az MSZ 4310-2:1984 – Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata. 2. rész: Szemrevételezéses vizsgálat című szabvány már 3 oldalas. Az MSZ EN 970:1998 – Fémek ömlesztő-hegesztéssel készített kötéseinek roncsolásmentes vizsgálata. Szemrevételezéses vizsgálat című szabvány 15 oldal hosszú, és a hegesztés különböző fázisaiban végzendő vizsgálatot külön-külön tárgyalja.

**Törvényi szabályozás**

A szakmai képzést, ezen belül a roncsolásmentes anyagvizsgáló képzést is, a szakképzésről szóló 1993. évi LXXVI. törvény és a kap-

2. táblázat

**Általánosan használt szabványok. Vizuális vizsgálat**

MSZ EN 473: 1994	Roncsolásmentes vizsgálatot végzők minősítése és a minősítés tanúsítása
MSZ EN 486: 1995	Alumínium és alumíniumötvözetek. Sajtolási tuskók. Előírások
MSZ EN 485-3: 1994	Alumínium és alumíniumötvözetek. Szalagok és lemezek. 3. Rész: A melegen hengerelt termékek méret- és alaklírásai.
MSZ EN 485-4: 1994	Alumínium és alumíniumötvözetek. Szalagok és lemezek. 4. Rész: A hidegen hengerelt termékek méret- és alaklírásai.
MSZ EN 487: 1995	Alumínium és alumíniumötvözetek. Hegesztési tuskók. Előírások.
MSZ EN 970: 1999	Fémek ömlesztő-hegesztéssel készített kötéseinek roncsolásmentes vizsgálata. Szemrevételezéses vizsgálat.
MSZ 6442: 1979	Acélszerkezetek ömlesztő hegesztéssel készített kötéseinek és szerkezeti elemeinek gyártási követelményei.
MSZ 6442: 1979M (1983)	Acélszerkezetek ömlesztő hegesztéssel készített kötéseinek és szerkezeti elemeinek gyártási követelményei.
MSZ EN 10204: 1998	Fémtermékek. A vizsgálati bizonylatok típusai.
MSZ EN 25817: 1993	Írányelvek acélok ívhegesztéssel készített kötéseinek csoportosítására a megengedhető eltérések alapján.
MSZ EN 26520: 1994	Fémek ömlesztő-hegesztéssel készített kötéseiben lévő eltérések besorolása.
MSZ EN 45001: 1991	Vizsgálólaboratóriumok működésének általános feltételei.
MSZ EN ISO 13920: 1992	Hegesztés: Hegesztett szerkezetek általános tűrései. Hossz- és szögeltérések. Alak és helyzet.
MSZ ISO 10049: 1993	Ötvözött alumíniumötvözetek. Porozításvizsgálat szemrevételezéssel.
MSZ ISO 10049: 1994	Ötvözött alumíniumötvözetek. Porozításvizsgálat szemrevételezéssel.
MSZ 4310-1: 1985	Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata. Írányelvek a vizsgálati módszer kiválasztásához.
MSZ 4310-3: 1985	Hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálata. Szemrevételezéssel kimutatható felületi hibák jelrendszere.
MSZ 12374: 1979	Nemvas-fémekből és ötvözetekből készült előtermékek és félgyártmányok felületi hibáinak fogalom-meghatározásai.
MSZ 13833-1: 1999	Kazánok és nyomástartó edények gyártása és vizsgálata. Általános előírások.
MSZ 13833-4: 1982	Kazánok és nyomástartó edények gyártása és vizsgálata. Hegesztett kötések vizsgálata és minősítése.
MSZ 13833-4: 1982M (1985)	Kazánok és nyomástartó edények gyártása és vizsgálata. Hegesztett kötések vizsgálata és minősítése
MSZ 17780: 1986	Képlékenyen alakított acélgártmányok felületi és belső makrohibái.
MSZ 09-96.0814: 1985	Ipari csövezetékek vizsgálata.
EN ISO 6520-1: 1998	Hegesztési és hasonló eljárások. A geometriai tökéletlenségek osztályozása fémek anyagokban. Ömlesztőhegesztés.
EN 1330-1: 1998	Roncsolásmentes vizsgálatok. Fogalom-meghatározások. Az általános szakkifejezések jegyzéke.
EN 1330-2: 1998	Roncsolásmentes vizsgálatok. Fogalom-meghatározások. Roncsolásmentes vizsgálati módszerek szakkifejezései.

csatlakozó rendelkezések előírásainak a betartásával kell folytatni. A vonatkozó rendeletek a következők: a 18/1995 (VI.6.) IKM rendelet a szakképesítések szakmai és vizsgakövetelményeiről, a 45/1995. (IX.21.) IKM rendelettel módosított 30/1994. (XI.8.) IKM rendelet az egyes nemzeti szabványok kötelező alkalmazásáról, a 4/1996. (V.24.) MüM rendelettel módosított 10/1993. (XII.30.) MüM rendelet a szakmai vizsgáztatás általános szabályairól, a 2/1997 (I.22.) MüM rendelet a szakképzés megkezdésének és folytatásának feltételeiről és a 22/1997 (XII.30.) MüM rendelet melléklete, valamint az Országos Képzési Jegyzék (OKJ).

Az MSZ EN 473 szabványt a 45/1995. (IX. 21.) IKM rendelet teszi kötelezően alkalmazandóvá – a jogilag szabályozott területen.

Az 1996 óta kiadott szakmai képzések számát a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

Az MSZ EN 473 szerint kiadott vizuális anyagvizsgáló tanúsítványok száma\*

	1996	1997	1998	1999**
VT1	23	48	56	57
VT1-U	-	-	4	1
VT2	24	62	43	37
VT2-U	-	-	21	23

\* VT3 fokozattal 12 fő rendelkezik.; \*\*1999. 08.30-ig

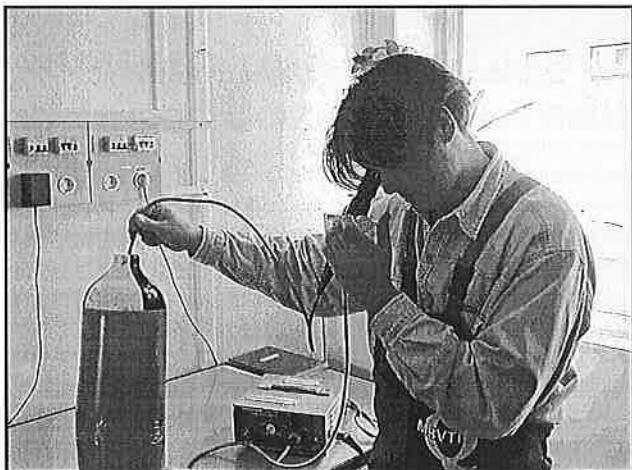
**Összegzés:** Hazánkban az endoszkópot használó anyagvizsgálók szakmai képzése jogilag megalapozott formában, korunk követelményeinek megfelelő színvonalon folyik. Már csak megfelelő mértékű ipari fejlődés szükségeltetik, ami eltartja ezt, a műszerezettségét tekintve drága vizsgálatot.

## Gázipalackok ellenőrzése fiberszkóppal

Bodolai Tamás\* – Szűcs Pál\*

Az iparigázok, PB- és földgáz valamint sűrített levegő tárolására szolgáló acél és alumínium gázipalackok gyártását, üzembe helyezését és használatát a 14/1998. (XI.27.) GM rendelet, a Gázipalack biztonsági szabályzat szabályozza.

Ez a rendelet a gyártás és az üzembe helyezés (behozatal) alkalmával nem ír elő szerkezeti vizsgálatot, csak külső felületi szemrevételezést. A rendelet időszakos vizsgálatokat szabályozó része a 2.2. és a 3.2. pontban foglalkozik szerkezeti vizsgálatokkal, idézzük: "belső vizsgálat 4 V-os lámpa vagy endoszkóp segítségével."



1. ábra. Fiberszkópos belső felületi vizsgálat

A rendelet pontatlanságával, korszerűtlenségével kár az időt vesztegetni. Aki próbált rúdra vagy drótra kötözött izzóval, illetve ezt követően akár merev, akár hajlékony endoszkóppal palack belsejébe nézni, az jól érzi a különbséget.

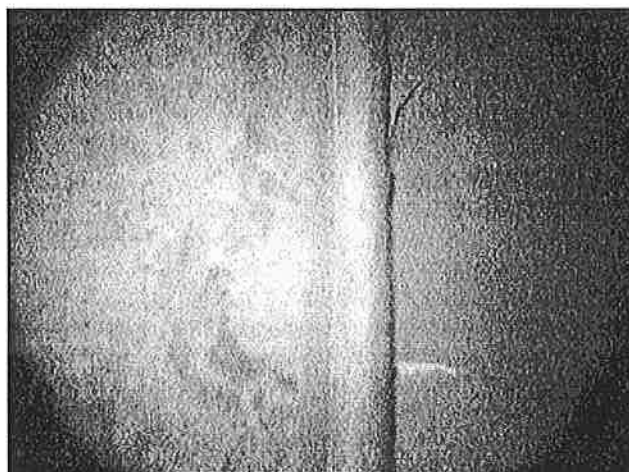


2. ábra. Palacknyak a kúpos menet alatt

Az endoszkópos vizsgálat lehetővé teszi, hogy a palack legkényesebb részein, a nyak kúpos menete alatti, illetve hengeres palásthöz csatlakozó ívelt részén, valamint a körvarratok környezetében a kezdődő repedések kimutathatók legyenek (1-4. ábrák).



3. ábra. Alakítási nyomok a palack nyakrészén



4. ábra. Repedések a körvarrat gyökoldalán

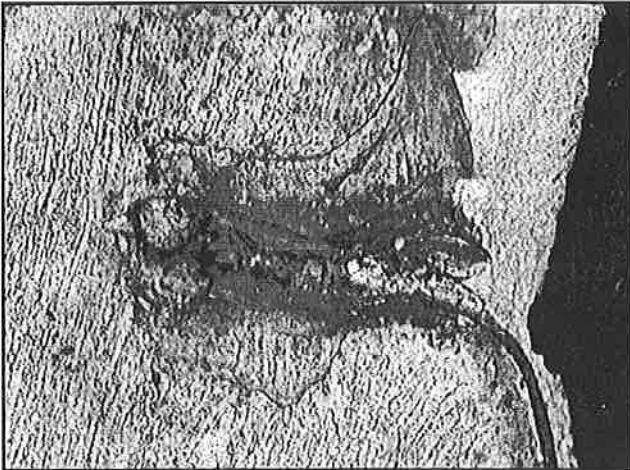


5. ábra. Korróziós folt a palack palástján

Az endoszkópos vizsgálat a korróziós folyamatokat is felderíti, a károsodás kiterjedését, mélységét dokumentálja (5. ábra). Megfelelő megvilágítása mellett, a gyakorlott és képzett (VT-2 vagy VT-3 fokozatú anyagvizsgáló) vizsgáló által elvégzett belső szerkezeti vizsgálat defor-

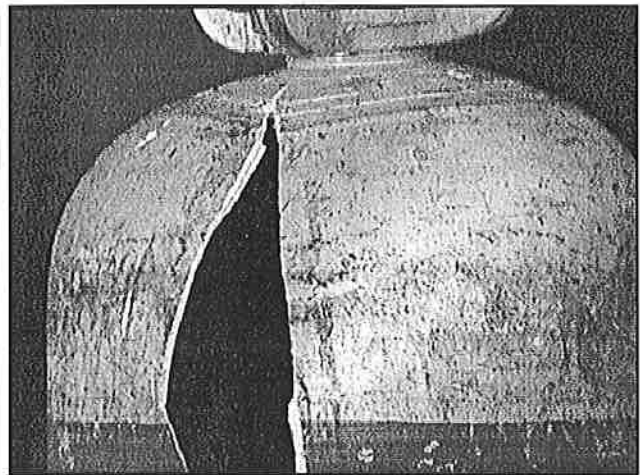
\* MBVTI Kft. – Anyagvizsgáló Laboratórium

mációkat, a fáradásos és feszültségkorróziós repedéseket illetve a gyártási hibákat (pl. 6. ábra) még idejében felderíti.



6. ábra. Gyártási hiba PB-palack anyagában...

Ha a palackok időszakos vizsgálata során endoszkópos vizsgálatot, tömörségvizsgálatot (szivárgásvizsgálatot, szimatoló szondás vizsgálat) és víznyomáspróbákat – akusztikus emissziós integritás vizsgálattal



7. ábra. ...és a fel nem derített hiba következménye

kiegészítve – végeznek megfelelő időközönként és megfelelő merítésű mintán, akkor elkerülhetők a 7. ábrán példaként bemutatott káresetek. Hazánkban rendelkezésre állnak az akkreditált laboratóriumok, a nagy tapasztalatú szakemberek és a megfelelő műszerek, legyen szó endoszkópról, szivárgásmérő műszerről, vagy akusztikus emissziós készülékről. Csak a következetes végrehajtás hiányzik!

## Fékrendszerek endoszkópos vizsgálata

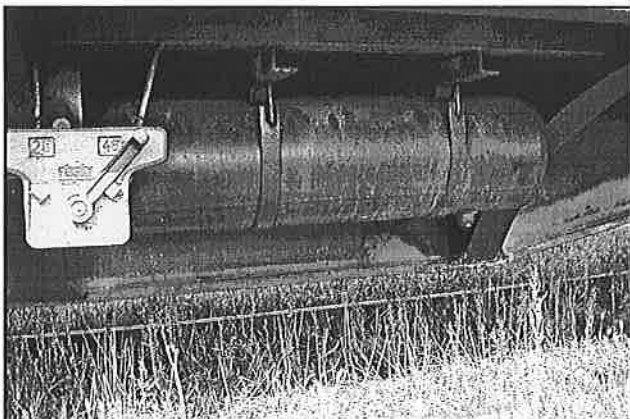
Nagy Zsolt\* – Szűcs Pál\*\*

A nyomástartó edények speciális csoportját képezik a légtartályok. Ezek döntő többségére a pV szorzat alacsony értéke miatt nem vonatkoznak a NYEBSZ előírásai. A közúti forgalomban és a MÁV vonalain sok-sok légtartály szolgálja mindennapjaink biztonságát (1. ábra).

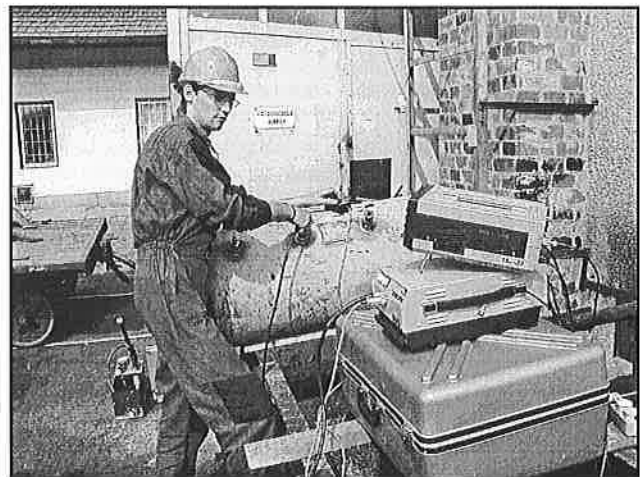
A MÁVSZ 1382:1998 szabvány szabályozza a vasúton alkalmazott légtartályok felülvizsgálatát. Az alkalmazott vizsgálatokat hasznosan egészítik ki a tartályok belső felületi állapotáról tájékoztatást adó endoszkópos vizsgálatok (2. ábra).

A légtartályok főbb meghibásodásai:

- korrózió a külső felületről:
  - megsérült festés,
  - rögzítő bilincs alá helyezett filc csik,
  - tartós sárfelrakódás;
- a belső felületről:
  - kondenzálódott pangó víz,
  - víztelenítő szelep hibája;



1. ábra



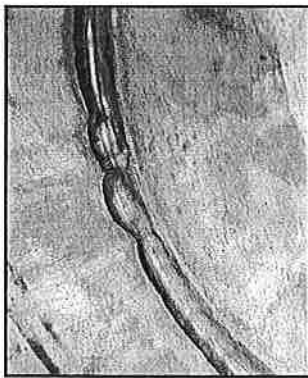
2. ábra



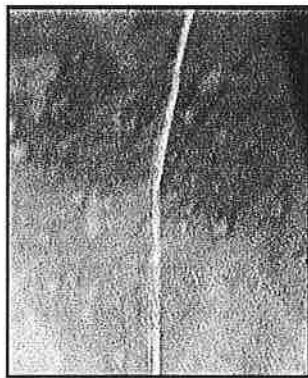
3. ábra

\* R.U.M. Testing BT.

\*\* ORSZAK BT.



4. ábra



5. ábra

- mechanikai deformációk, sérülések;
- fáradás a pulzáló nyomás miatt.

Az endoszkópos vizsgálat közvetlen információt szolgáltat a tartály belső felületének – elsősorban a kör- és hosszvarrat árkában, illetve a legmélyebb alkotó mentén – korróziós állapotáról (3. ábra), valamint a varrat-kialakításról (4. ábra), a varratgyök milyenségéről (alátétlemezzel hegesztett vagy egyoldalról hegesztett), illetve a tartályt ért sérülésekről, deformációkról is képet kaphatunk:

Az endoszkópos vizsgálat feltárja a feszültségkorróziós, illetve fáradásos repedéseket is (5. ábra).

A felvillantott példa az endoszkópos vizsgálat egyszerűen végrehajtható, de a tartály minősítését hathatósan segítő változatát mutatta be.

A vizsgálatokat VT2 vagy VT3 fokozatú, üregvizsgáló ipari szakterületi képesítéssel rendelkező anyagvizsgálók végzik.

## Gőzturbinák lapátozatának vizsgálata videoendoszkópos módszerrel

Gémes György András\* – Mezei Béla\*

Az energiatermelés folyamatában a gőzturbina mint gépegység feladata a hőenergia átalakítása mechanikai energiává. A gőzturbinák nagy-, közép-, és kisnyomású részből állhatnak és mindegyik egységben, több fokozatban expandál a gőz. A fokozat a turbinának az a legkisebb egysége, amely önállóan alkalmas a hő mechanikai munkává történő átalakítására. Következésképpen tartalmazza az energiaátalakítás mindkét szakaszához szükséges elemeket, tehát az álló fűvókat (vezetőcsatornákat) és a futóoszorú lapátjait.

Az energiaátalakítás folyamán bonyolult áramlási viszonyok valósulnak meg, ebből következően a turbinák hatásfokát igen érzékenyen érinti a lapátok állapota. A hatásfok kérdésén túl biztonsági okokból is fontos az üzemeltető számára a gépegység műszaki állapotának ismerete. Ezekben túlmenően természetesen az üzleti érdek is megkívánja, hogy a berendezés megbízható módon vegyen részt az energiatermelésben. Egy váratlanul bekövetkező meghibásodás alkalmával nem csak a javítás jelent költséget, hanem a meg nem termelt energia is.

A vázolt problémák kezelése érdekében a turbina gyártók és üzemeltetők karbantartási terveket dolgoztak ki. A turbina szerkezeti felülvizsgálatának alapvetően két módja lehetséges.

Az egyik a turbinaház megbontásával és a ház ill. a lapátsorok teljes átvizsgálásával együtt járó ellenőrzés. Ekkor lehetőség van a turbinaházban fellelhető hibák kijavítására, valamint a lapátok szükség szerinti cseréjére, és a forgórész kiegyensúlyozására is. A karbantartás ezen formája azonban igen hosszú időt vesz igénybe, a végrehajtás gyakorisága is korlátozott.

A másik lehetséges megoldás a turbina megbontása nélkül is elvégezhető vizuális vizsgálat, melynek legalkalmasabb eszköze az endoszkóp. A turbinák egy jelentős részének tervezése és gyártása során gondoltak az endoszkóppal történő vizsgálat lehetőségére, és olyan csatornákat alakítottak ki a házban, melyek megkönnyítik a száloptika bevezetését. Az endoszkóppal történő vizsgálat során körültekintően kell eljárni, hiszen nagy értékű készülékről van szó, és szakszerűtlen használat mellett az élettartama jelentősen lecsökken.

### Az endoszkópos vizsgálat

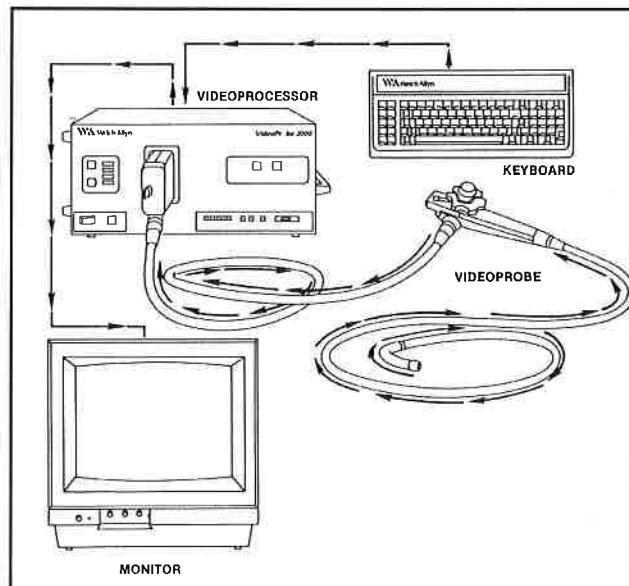
A vizsgálat elvégzése előtt vizsgálati technológiát kell készíteni. Ennek egyik legfontosabb része a behatolási útvonal megtervezése. Az adott gépegységről készített metszeti rajz birtokában végig kell gondolni, hogy mely vizsgálócsatorna, mely fokozat vizsgálatát teszi lehetővé.

A technológia másik fontos részét képezi a vizsgálati előírás. Tudnunk kell, hogy a berendezés milyen elváltozások megfigyelésére alkalmas, és mik jelentik a módszer korlátait.

Az endoszkópos vizsgálat során lehetőség nyílik a lapát felületének ellenőrzésére, lapáttörés vagy jelentős mértékű lapátsérülés megfigyelésére. A lapátozat befogásánál fellépő, a kisciklusú fáradás hatására kialakuló repedés diagnosztizálására azonban már nem alkalmas. További korlátot jelent, hogy egy adott vizsgálócsatornán keresztül a lapátsor csak egy szegmense vizsgálható. A járólapátsor vizsgálatánál segítséget jelent a generátorral való kapcsolat megszüntetése után a turbina tengely forgatása. Így a járólapátok teljes számban vizsgálhatóvá válnak, azonban az állólapátokra ez sem jelent megoldást.

A vizsgálat során kapott észleletek dokumentálására több lehetőség kínálkozik. A készülékhez csatlakoztatott videomagnó segítségével a vizsgálat teljes terjedelmében rögzíthető, majd ezt követően sokszorosítható ill. visszanezézhető. Ugyanakkor a turbina műszaki rajzán is célszerű azokat a helyeket megjelölni, ahol elváltozás tapasztalható.

A korábban említett okok miatt az endoszkópos vizsgálati módszert alkalmazóktól nem csak a vizsgálókészülék kezelése, hanem a vizsgálat



1. ábra. A VideoProbe 2000 készülék összeállítási rajza

\* ERŐKAR Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratórium

berendezés működésének ismerete is elvárt. Ahhoz, hogy valaki egy monitoron megjelenő indikációt értelmezni tudjon, és annak súlyosságáról, valamint kialakulásának lehetséges okairól véleményt tudjon mondani, feltétele, hogy ismerje az adott berendezés üzemi körülményeit (nyomás, hőmérséklet, fordulatszám, munkaközeg állapota, üzemben töltött idő, üzemeltetés jellege stb.).

Az Erőkar Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratóriumában az 1980-as évek második felétől folynak videoendoszkópos vizsgálatok. Ezen idő alatt az ország számos erőművében üzemelő gőzturbinán végzett vizsgálatokat. A vizsgálati módszer az energiaipar más területein is jól alkalmazható, de természetesen megtalálhatók az energiaiparon kívüli alkalmazási területek is. Laboratóriumunk tulajdonában egy Welch Allyn márkájú Videoprobe 2000 típusú készülék van. A berendezés összeállítása az 1. ábrán látható. A készülékhez többféle méretű optikai

szál csatlakoztatható: 0,5 m és 1,5 m merev, valamint 3 m és 16 m hosszú flexibilis kivitelű.

A szakmai nap bémutatójára szánt anyagunkban egy ellennyomású gőzturбина lapátjainak vizuális vizsgálatát mutatjuk be. A vizsgálat során ellenőriztük a kisnyomású ház Curtis-kerekét és az utolsó járólapátsorát, valamint a nagynyomású ház első állólapátsorát és az utolsó járólapátsorát. Mindkét ház esetében a szonda bevezetésére alkalmas csatornák lettek kialakítva. A tubinatengely elforgatásával a járólapátok teljes jédelemben egy oldalról vizsgálhatók voltak, míg az állólapátoknak csak a vizsgálócsatorna közelébe eső szegmenseit lehetett ellenőrizni. A vizsgálat folyamán lapáthiányt illetve -törést nem tapasztaltunk. A lapátok felületén helyenként lerakódást, valamint apró felületi hibákat (pittingek) találtunk. A vizsgálat eredményét videokazettára rögzítettük.

## Termékvezetékek vizuális vizsgálata

Dr. Fodor Olivér\*

A termékvezetékek vizuális vizsgálatát általában a gyártást követően és meghatározott időközönként az üzemelés közben kell elvégezni.

A gyártáskövető vizsgálatok célja a vezetérendszer minősítése: az előkészült varratok alakjának vizuális vizsgálata (lásd pl. az 1. ábrát), speciális területen a felületek tisztaságának ellenőrzése, különböző szempontok szerint, valamint az idegentárgy mentesség igazolása.



1. ábra

Különleges esetek közé tartozik egyes, a rendszerbe beépített berendezések működőképességének az ellenőrzése.

Az üzemközbeni vizuális vizsgálatok célja leggyakrabban a káresetelemzés, illetve az állapotfelmérés (korróziós, – pl. 2. ábra –, eróziós károsodások stb.). Az endoszkópok a vizsgálat egyik eszközeként kerülnek alkalmazásra.

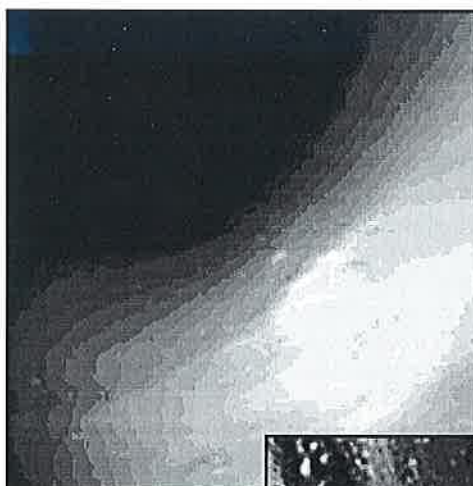
Az endoszkópos vizsgálatok számos kérdésre tudnak választ adni, és a képrögzítés lehetőségeinek fejlődésével, esetleg a képanalizálás

módszerének használatával egyre nagyobb szerepet játszanak a vizuális vizsgálatok sorában.

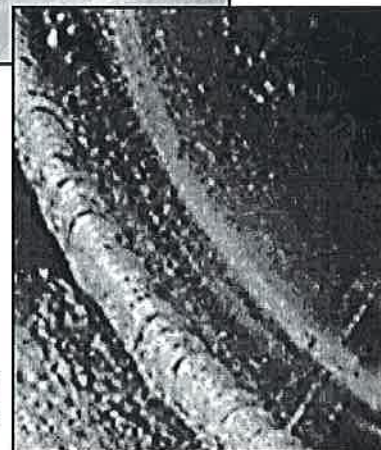
Az alak és a forma felismerése megfelelő gyakorlattal (például a 3. ábrát tekintve) kielégítő módon elvégezhető. A legtöbb problémát a mai gyakorlatban az egyszerűbb berendezések használata közben, a helyes szín megjelenítése, a helyzet és a méret meghatározása okozza.



2. ábra



3. ábra



\* AEF Anyagvizsgáló Laboratórium Kft.



## A vizuális vizsgálattechnika újdonságai

A Welch Allyn korszerű videokészülékeit és -endoszkópjait Burce Pellegrino, a nagyvállalat többségi tulajdonával ez év májusában megalakult Everest VIT (New Jersey, USA) cég elnöke ismertette és mutatta be – a forgalmazó Testor BT. munkatársainak közreműködésével – a Pakson megrendezett szakmai nap keretében.

### Videoendoszkópok

A Welch Allyn videoendoszkópokat hazai vizsgálóink is már évek óta eredményesen alkalmazzák turbinák és egyéb, szűk belső terű gépszerkezetek állapotellenőrzéséhez. Kedvező tapasztalataikról a szakmai napon is beszámoltak.

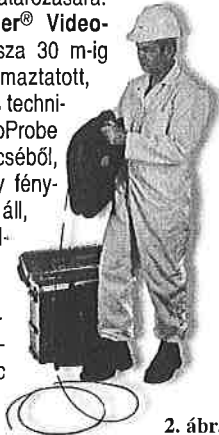
A **VideoProbe® XL videoendoszkópot** – amely hordozható, kis átmérőjű (6,1 és 8,4 mm) készülék, működési hossza max. 7,5 m – a Testor BT. már bemutatta több hazai rendezvényen és az Anyagvizsgálók Lapja ez évi 2. számában is ismertettük. Újdonság az Everest Welch Allyn kínálatában a **VideoProbe® XLM** változat (1. ábra), amely a legkisebb, a 6,1 mm átmérő ellenére lehetővé teszi a már jól bevált árnyékvetítéses mérés technika alkalmazását a távolság, a ferdeség és a mélység meghatározására.

1. ábra



### A LongSteer® Video-

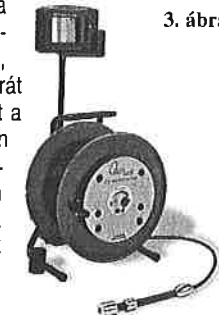
**Probe** endoszkóp (2. ábra) működési hossza 30 m-ig megnövelhető, köszönhetően a szabadalmaztatott, megbízható kapcsolatot teremtő pneumatikus technikának. Képkötő rendszere, amely – a VideoProbe XL-hez hasonlóan – cserélhető előtétlencséből, nagy felbontású CCD kamerából és a nagy fényáramú (1850 lm) száloptikás megvilágításból áll, részletgazdag videoképet ad a hozzácsatolható 13"-os monitoron. A kiemelhető szondatorsó lehetővé teszi, hogy mindig csak a vizsgálathoz szükséges hosszút legöngyölve használjuk a készüléket. Az egész rendszer magában a hordtáskában van elhelyezve, és 2 perc alatt vizsgálatra kész állapotba hozható. A Longsteer videoendoszkóp különösen alkalmas kazáncsővek, hőcserélők (Ø1/2"–6" tartományban) és épületek állapotellenőrzéséhez. A 6,1 mm átmérőjű szonda legkisebb hajlítási sugara 40 mm, míg a 10 mm átmérőjű 80 mm.



2. ábra

Mind az XL, mind a Longsteer videoendoszkópokon az előtétlencse cseréjével változtatható a látómező nagysága, a mélységélesség és a nagyítás.

A **BTX QuickLook™** színes videorendszer – amint a neve is sugallja – ideális megoldást jelent a 31–560 mm belső átmérőjű csővezetékek gyors ellenőrzéséhez (3. ábra). A szonda masszív, 29 mm átmérőjű, saválló acél tokozású, vízálló vége hét db izzólámpát, állítható fókuszú lensét és színes CCD kamerát foglal magába, amely a részletgazdag képet a csatlakoztatott 4"-os LCD színes monitoron jeleníti meg. A rendszer tölthető, 12 V-os 4 A.h-ás telepről működtethető, és könnyen kezelhető. A forgó fény funkciót alkalmazva a különleges megvilágítás segíti a részletek jobb felismerését. Működési hossza: 50 m!



3. ábra

### Videokészülékek

A nagy kiterjedésű belső terek és felületek – például tartályok, nyomástartó edények, csőkamrák, csatorna aknák – gyors és részletgazdag átvizsgálásához kifejlesztett készülékek leke a **színes, 1/4"-os, szuper HAD CCD kamera**, amelynek felbontása 450 horizontális tv-vonal, zoomoptikájának állíthatósága 72:1 (18:1 optikai x 4:1 digitális),

az élesség és a fényrekesz állítása automatikus vagy kézi, csakúgy mint a zár működtetése (1/4–10<sup>-4</sup> s között). A kamera érzékenysége 3 lux 1,4 m-es fókusznál. Vagyis, a kamera fényszegény környezetben is nagy felbontású (1,8 m-ről 0,013 mm-es húzal), részletgazdag színes videoképet ad.

A kamera és az ezt magába foglaló készülékek is működtethetők –18–+66 °C hőmérsékletű környezetben, víz alatt is 45 m mélységig, illetve radioaktív sugárzás hatása alatt, mégpedig 1 Gy/h dózisteljesítményig sugárvédelem nélkül (e felett a kép fokozatosan zajos lesz, és 10 Gy/h értéknél már nincs kép), illetve 1,2 m vastag vízvédellel 10<sup>4</sup> Gy/h dózisteljesítményig (10<sup>5</sup> Gy/h-nál már nincs kép); a kamera kumulatív élettartam dózisa: 0,18–0,22 kGy.

A **Ca-Zoom™ PTZ-4.2 készülékben** az eloxált alumíniumházból épített videokamera ±175 °-ban páasztázó és a függőleges síkban 234 °-ban billenő mozgást végezhet 0–7,8 %/s sebességgel. A két, egyenként 35 W-os kettős színű fényező reflektor és pontfény, illetve forgó megvilágítás módban működtethető. A vizsgálandó térbe behelyezett



4. ábra

videokészülék valamennyi funkciója a nyakba akasztható, mikroprocesszoros távműködtetőről vezérelhető, a kamera mozgása botkormánnyal (4. ábra). A kamera szolgáltatja kép pedig a vezérlő 2"-os, színes LCD monitorán is szemléltethető, és kiiratható a képhez tartozó adatok: a páasztázási és a billentési szög; a vizsgálat időpontja és dátuma; a környezet hőmérséklete, nyomása.

A **Ca-Zoom™ PTZ-5.2 videokészülék** kisebb méretű, de hasonló felépítésű, mint a PTZ-4.2, távműködtetése pedig azonos. A kamera teljesen körbeforgatható és a függőleges síkban

±113 °-ban billenthető. A 35 W-os fényező reflektor pontfény megvilágítást ad (kérhető reflektor és forgó megvilágítás is).

A **QuickView™ videokészülék** 5,5 m hosszú (1,8 m-re összehajtható) teleszkópos rudazatra szerelt, a PTZ-4.2-vel azonos kamerával és megvilágítással ellátott vizsgálóeszköz, amely az övtáskába elhelyezett vezérlőegységről működtethető. A rudazat segítségével kézzel a vizsgálandó térbe belógatott és mozgatott kamera által szolgáltatott kép a nyakba akasztható készülék 2,5"-os színes LCD monitorán szemléltethető és eltávolítható (összesen 40 kép) a szabványos 3,5"-os lemezre, vagy egy hozzácsatolható hordozható, digitális videomagnóra. A készülék 8 órán át működtethető a tölthető, 95 W.h-ás telepről.

A **Rovver® csőjáró videokészülék család** három, modulokból felépített, önjáró, összkerékajátású és kormányozható készülékből áll. A **Rovver 200** már az 50 mm (2") vagy ennél nagyobb belső átmérőjű csővezeték állapotellenőrzésére alkalmas, míg a **Rovver 400** a legalább 100 mm (4") és a **Rovver 600** (5. ábra) a legalább 150 mm (6") belső átmérőjű csővezetékbe már bevezethető. Hatótávolságuk: 180 m. Az utóbbi kettőt már 2 db 20 W-os egyenáramú villanymotor hajtja; továbbá az 1/2" átmérőjű, nagy felbontású, változtatható fókuszú (6 mm – ∞), színes CCD kamerával már páasztázó és billenő mozgások is végezhetők, valamint a kamerát körülvevő, 16 x 0,6 W-os és a járműbe épített 2 db 20 W-os halogénlámpák szolgáltatja megvilágítást még kiegészíti a járműre szerelt, 2 db 20 W-os, kettős színű fényező is. A kábeldobhoz csatlakoztatott – vízálló kivétel – csőjárók valamennyi funkciója kívülről, a vezérlőegységről működtethető, illetve az ellenőrzött tér videoképe a monitoron szemléltethető és szükség szerint elmenthető. Alkalmazási körük azáltal is bővíthető, hogy a járműből ki-szerelhető videokamerával a BTX QuickLook készülékhez hasonló módon is végezhető vizsgálat.



5. ábra

Lehofer Kornél

## Radiográfiai képkiértékelő berendezés

Dr. Loványi István\* – Dr. Nagy Ákos\* – Dr. Czihó András\* – Rozsnyik Zoltán\* –  
Dr. Bátyi Béla\*\* – Katonka Gábor\*\* – Reider László\*\*

### Bevezetés

Nem kell túlzottan jártasnak lenni az ipari radiológia kérdéseiben, hogy belássuk: a vizsgálati technikában és eszközrendszerben a kialakulásuk óta nem történt alapvető áttörés. Az elv és a módszer változatlan. Napjainkban természetes módon kínálkoznak az informatikai és számítógépes módszerek alkalmazásának lehetőségei a műszaki élet eme területén is. Felmerül a kérdés: milyen módon tudjuk felhasználni ezeket a lehetőségeket?

Az ilyen jellegű próbálkozások a nyolcvanas évek végén – a kilencvenes évek elején eljutottak olyan szintre, amelyet érdemes volt akkoriban bemutatni.

A szűken mért szakmai érdeklődés arra mindenképpen elég volt, hogy további erőfeszítések és ambiciózus törekvések támpontjává váljon. Az anyagi bázist többnyire a Fővárosi Gázművek Rt. fejlesztési programjai biztosították folyamatosan. A nagyszabású építkezések a FG Rt. területén (pl. 40 bar-os vezeték és más rekonstrukciós munkálatok), a térinformatikai rendszer kifejlesztése, az ISDN hálózat, az SAP vállalatirányítási rendszer kedvező befogadó környezetet és kapcsolatot teremtettek a számítógépes adatfeldolgozó módszerek számára is.

A cikk arra vállalkozik, hogy bemutasson egy olyan módszert, amely a radiográfiai felvételek számítógépes tárolását, visszakeresését, hálózati továbbítását és sokoldalú értékelését teszi lehetővé, prezentálva az említett időszak alatt elért eredményeket.

### A módszer kifejlesztését inspiráló tényezők

Az ipari radiográfiai felvétel készítésének rejtelmibe az olvasók többségét szükségtelen beavatni. Ismert dolog az is, hogy a hagyományos kiértékelési módszernek az a lényege, hogy egy megfelelő átvilágító berendezés felhasználásával a negatív felvételt a radiológus – alapvetően szemrevételezéssel – elemzi, szem előtt tartva a szerkezetre (varratra) vonatkozó előírásokat. A kiértékelés írásos eredménye a jegyzőkönyv.

A kiértékeléshez felhasználható segédeszközök szerény módon segítik a felvétel objektív megítélését. Nagyszámú film esetén a dokumentumok nehezen kezelhetők. Bizonyos esetekben pedig különösen fontos, hogy az egyes filmeket gyorsan lehessen előkeresni, mert például egy hegesztési varrattal kapcsolatos üzemszabvar biztonságos elhárításához feltétlenül szükséges ismerni a varrat előéletét. Úgy tűnik, hogy újabban a maradék élettartam becsléséhez is olyan értékelési módszereket használnak, amelyek a varratban hagyott (tehát az elsődleges követelmény szerint megtűrt méretű, illetve típusú) hegesztési hibák hatásának elemzésén alapulnak. A hagyományos értékelési és visszakeresési módszer alkalmazása esetén a szükséges adatok begyűjtése lényeges mennyiségű, idejű munkát igényel.

A kialakított rendszer interaktív módszere alapvető változást jelent a radiográfiai filmek által hordozott információk tárolása és értékelése (feldolgozása és rögzítése) terén.

A negatív kép digitalizált formában történő rögzítése, a felvételek értékelésében és a hozzájuk tartozó adatok kezelésében (gyártási és vizsgálati körülmények) is új lehetőségeket nyújt a rendszer használatjának.

Az interaktív módszer alkalmazásánál az operátor szerepe elsősorban az, hogy a felvétel anyaghibásnak ítélt helyeit kijelölje a számítógépes rendszer részére, amely ezt követően a követelmények szempontjából vizsgálja – az anyagvizsgáló közreműködésével – az anyaghibás rész elfogadhatóságát.

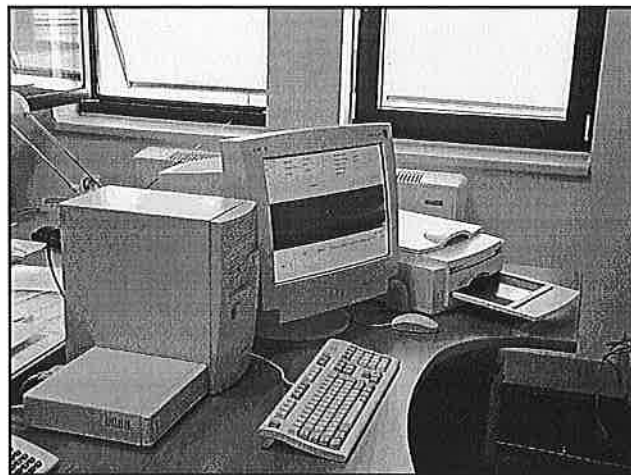
Az egyes anyaghibák méretei meghatározásának a pontossága nem hasonlítható a kézi módszeréhez. A felvételeken talált és előzetesen hibásnak ítélt helyek pontosabb értékeléséhez különleges segít-

séget ad a rendszer, pl. a síkszerű és térfogatos hibák felismerésében, a hibák helyének és méretének, a kép minőségének a meghatározásában, a hibák jellegének, kódjának reális (IWW katalógus szerinti) megítélésében.

Az adattárolás korszerű formája megoldja a kézi módszernél említett visszakeresési, hozzáférési problémákat. A módszer gyakorlatilag integrálni képes az informatikai hozzáférhetőség bármelyik elemét a Windows eszköztárán keresztül. Módot ad oktatási, távoktatási – konferencia, vagy tanácskozás jellegű – megoldásokra is.

### RADEXSYS 4.0 – radiográfiai archiváló és kiértékelő rendszer

A rendszer, amely ipari radiográfiai felvételek számítógépes digitalizálására, archiválására, megjelenítésére és interaktív kiértékelésére alkalmas, két fő egységből áll: a számítógépből és a hozzá csatlakoztatott AGFA lapszkennerből (1. ábra).



1. ábra. RADEXSYS 4.0 radiográfiai képkiértékelő berendezés

Első lépésként a meglévő felvételeket digitalizálni kell a szkennerek segítségével, majd az így keletkező képi fájlokat lehet az adatbázisba beilleszteni. Egy varrattól csak több lépésben lehet a röntgenfelvételeket elkészíteni, amelyek azonban túl nagyok ahhoz, hogy egy lépésben digitalizálhatók lennének, vagyis a részfelvételek is több szegmensből tevődnek össze, amelyek között célszerű átfedés van. A problémák kiküszöböléséhez a szoftver nyújt segítséget, az egymás utáni képek összeláncolásával, illetve ez alapján a teljes felvétel felépítésével.

### A program felépítése

A program hat ablakból áll, amelyek a következők: *referenciák, adatbázis, képfeldolgozás, keresés, láncolás, teljes felvétel.*

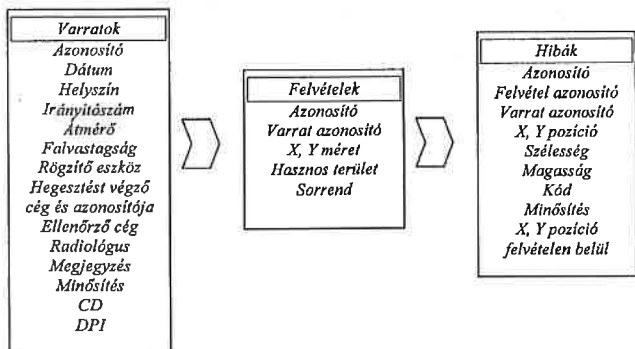
Minden ablaknak jól behatárolt funkciója van: a *referenciáknál* tekinthető meg egy tipikus hibákat tartalmazó mintaadatbázis, az *adatbázis* ablak az adatbázis menedzseléséhez nyújt segítséget, a *képfeldolgozásnál* az egyes felvételek vizsgálata, feldolgozása történhet meg, a *keresésnél* leszűrhető az adatbázis, és így könnyebben megtalálhatók a keresett képek, adatok, a *láncolásnál* két szomszédos felvétel összeláncolására van lehetőség, a *teljes felvételnél* pedig egy teljes varrat összefűzése és megjelenítése a cél az adott varrathoz tartozó képrészletek, a képek sorrendje és a láncolásnál megadott összefűzési szabályok alapján.

\* Budapesti Műszaki Egyetem Irányítástechnika és Informatika Tanszék

\*\* Fővárosi Gázművek Rt.

**Az adatbázis felépítése**

Az adatbázis három táblából áll, amelyek hierarchikusan épülnek egymásra (2. ábra):



2. ábra. Adattábla struktúra

A táblák között egy-több kapcsolat van, ami azt jelenti, hogy egy varrathoz több felvétel, egy felvételhez több hiba tartozik, de visszafelé ez nem igaz, vagyis egy felvétel pontosan egy varrathoz tartozhat.

A felvételek nincsenek az adatbázisban, egy külön könyvtárban vannak, ami a program konfigurációs beállításai között található. A fájlok neve a felvételek egyedi azonosítóival van összefüggésben.

**Képfeldolgozási alapfunkciók**

Az adatbázisból az éppen aktuális felvétel automatikusan betöltődik. A kép felett a varrat néhány fontos paramétere látható, azonosítás céljából.

**Görgetés:** a képernyőn nem látható részek megjelenítésére szolgál. **Fényerő/Kontraszt:** a képernyőn látható felvétel jól megszokott fényerő és kontraszt beállítására szolgál.

**Élkiemelés:** a felvételen található éleket kiemeli, vagyis a világosság-kód eltéréseket felerősíti, lehetővé téve a foltok könnyebb elkülönítését.

**Hisztogram:** statisztikai jellemző, amelyet a program grafikonos formában jelenít meg. Erről leolvasható, hogy a képen hány darab pont van a különböző szürkességi szintekbenől.

**Vonalprofil:** egy adott vonal mentén adja meg a szürkességi szinteket.

**Tükrözés vízszintes/üggőleges tengelyre:** a felvétel szükség esetén tükrözhető.

**Kicsinyítés/Nagyítás:** a felvétel maximum 4-szeresére nagyítható, illetve kicsinyíthető. A művelet során a kép közepe a helyén marad, a többi pedig ehhez képest változik.

**Eredeti felvétel:** a parancs lehetővé teszi, hogy a képet visszaállítsuk eredeti formájába, vagyis minden paraméter az alapértelmezést veszi fel (görgetés, nagyítás, fényerő, kontraszt, élkiemelés, tükrözés).

**Új hiba felvétele:** a képen lévő hibák meghatározására szolgál. A parancsot kiadva az egérrel manipulálva téglalappal körülvehető a hibás rész. A program meghatározza a téglalap közepének pozícióját, és méreteit milliméterben, a megadott scanner DPI értéknek megfelelő pontossággal.

**Hiba archiválása:** Párbeszéd ablakban adhatjuk meg a paramétereit. Egy részét a program a téglalap alapján automatikusan kitölti, a többi mezőt a felhasználónak kell megadni. A **Pozíció mezők** arra szolgálnak, hogy a radiológus a teljes varratra vonatkoztatva adja meg a hiba helyzetét. Az adott képen belüli pozíciót a program automatikusan kitölti.

**Változtatás mentése:** Ezzel a paranccsal lehet a tükrözött képeket elmenteni az adatbázisba, vagyis a digitalizálás során keletkezett nem kívánt forgatásokat kiküszöbölni. Ez azt jelenti, hogy ha a képet tükröztük egyik, vagy akár mindkét tengelyre, és ezután kiadjuk a fenti parancsot, akkor a program felülírja az eredeti képet, de például az élkiemelést nem veszi figyelembe, tehát a kép minősége megmarad.

**Radiográfiai felvétel specifikus funkciók**

**Keresés:** A keresett értékek beírása után a táblázatban látható, hogy mely varratok felelnek meg a beírt feltételeknek. Ha több mezőre is adunk kritériumot, akkor csak azok a varratok lesznek láthatók, amelyek mindegyiknek eleget tesznek.

**Láncolás:** A teljes varrat összerűzéséhez szükséges funkció. Az éppen aktuális és az azt követő felvételek közötti láncolást lehet megadni. Mindkét oldalon lehetőség van a felvételek görgetésére, és fényerő-kontraszt állítására is a képfeldolgozás ablaknál leírt módon. A felvételek gyűrűbe vannak fűzve, vagyis a legutolsó következője a legelső. A képek fölötti sorszámok segítik a tájékozódást.

A három paraméter és a kép mérete egyértelműen megadja, hogy a teljes varrat felépítéséhez az egyes felvételeknek melyik részére van szükség.

**Teljes varrat:** Lehetőségünk van a teljes varrat megtekintésére. Ez azt jelenti, hogy a program az adott varrathoz tartozó felvételekből – a megadott sorszámok szerint – elkészíti a teljes varrat képét. Minden egyes felvételből a láncolás során megadott terület kerül felhasználásra.

Az egyes felvételek sorszáma nagyon fontos, hiszen a láncolásnál a különböző értékek – például Y irányú elcsúsztatás – az előző felvételhez képest vannak eltérő, így a sorszám későbbi megváltoztatása a teljes kép helytelen megjelenítéséhez vezethet.

**Továbbfejlesztési lehetőségek**

A előzőekben röviden bemutatott kiértékelő szoftver több olyan verzióját kifejlesztettük, melyek kvantitatív mérésekkel nagyban segítettek a kiértékelést végző szakember döntésénél.

A legutóbbi időig azonban a gyakorlati alkalmazhatóság korlátozott volt két technológiai eredetű probléma:

- a nagy denzitású röntgenfilmek (D>4) megfelelő minőségű digitalizálása és

- a nagyméretű digitális képek hatékony manipulálása (tárolás, visszakeresés, továbbítás) miatt.

Az első problémára a professzionális scanner-technológia napjainkban már megfelelő választ ad, vagyis a feldolgozandó filmek által támasztott minőségi követelmények illetve a rendelkezésre álló anyagi források gondos mérlegelésével már választhatunk gyári scannert. Ebben a folyamatban hasznosnak bizonyult a saját képbeviteli eszközök tervezésében szerzett tapasztalat.

A második feladatkör megoldására kidolgoztunk egy eljárást, melynek alapja az intelligens – a radiográfiai felvétel magas szintű, tartalomfüggő jellemzőihez adaptált – vektorkvantálás technikája.

**Intelligens képtömörítés – Vektorkvantálás (VQ)**

A VQ módszernek a kutatása a képtömörítés területén több éves múltra tekint vissza, azonban az elért eredmények ma még nem vezettek olyan népszerűséghez és széles felhasználáshoz, mint pl. a lineáris transzformáció alapuló algoritmusok, melyek leglátványosabb példája a JPEG norma, illetve mozgóképek esetén az MPEG. Ugyanakkor a mai tendencia szerint egyre inkább szükség van alkalmazás-specifikus algoritmusok kidolgozására, ilyen megközelítésben a vektorkvantálás is előtérbe kerül. A VQ alapvetően olyan módszer, mely automatikusan adaptálható a tömörítendő képek illetve képsorozatok típusához, jellegzetességeihez. Sőt, alkalmazásához elengedhetetlen, hogy előzetes információkkal rendelkezünk a képekről, ha azonban ez a feltétel teljesül, akkor más módszerekkel ellentétben a vektorkvantálás kihasználja az adott képek sajátosságait.

A pixel szintet természetesen minden módszer érinti, hiszen a pixelek értékének rekonstruálása elengedhetetlen. Ugyanakkor nagyon kevés algoritmus operál csak ezen legelső szinten anélkül, hogy magasabb jellegű információkat is kihasználna. A skalár kvantálás illetve a pixelekre alkalmazott entrópia-kódoló eljárások sorolhatók pusztán ide. Ezeknél jobb eredményt ér már el a DPCM alapú kódolás, mely nem függetlenül, hanem a szomszédjai különbségével kódolja a pixeleket.

Ugyanakkor érdemesebb még tovább menni, s több pontot együtt kezelni. A legtöbb módszer alapegysége a blokk. A JPEG norma pl. 8x8-as blokkokon végez cosinus-transzformációt, s e méret 16x16-ra nő az MPEG algoritmusban. Blokk-kódoló módszer a fraktál tömörítés vagy a vektorkvantálás is.

Jóval kevesebb módszer használja ki a blokkok között jelen levő redundanciát, vagyis a lokális kontextus szintjét. A JPEG algoritmusban található erre egy egyszerű példa, ahol is differenciális kódolással tárolódnak az egyes blokkok átlagértékei.

A legnagyobb hiány a globális szint kihasználatlansága. A szakirodalomban csupán egyszerű, „region of interest” alapú eljárások találhatók, amikor is a kép egyes, fontosabb részeit jobb minőséggel, míg a kevésbé fontos részeket durvábban, de erősebben tömörítünk.

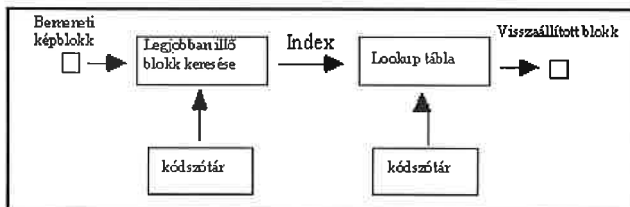
Megítélésünk szerint egy intelligens tömörítési módszernek mind a négy szinten jelen kell lennie. Különösen fontos a legfelső, globális szint, azaz a rendelkezésre álló *a priori* információk kihasználása.

A továbbiakban röviden ismertetjük kutatásaink főbb eredményeit, illetve a röntgenfilmek hálózati multimédia adatbázisokban való kezelésének távlatait.

A röntgenfelvételek digitális formában történő gyors továbbításához szükséges azok tömörítése. Az ismert módszereket két nagy csoportra bonthatjuk: veszteségmentes, veszteséges tömörítés. A veszteségmentes módszerek garantálják ugyan a kép tökéletes minőségű visszaállíthatóságát, de a tömörítési arány elégtelenül kicsi. Az ismert veszteséges módszerek alkalmazásakor viszont a képminőséggel lehet baj.

A vektorkvantálás alapú algoritmusok kidolgozására azért esett a választásunk, mert képesek a képreprezentáció minden szintjén (pixel, lokalitás, lokalitások kontextusa, globalitás) megjelenő információt figyelembe venni – vagyis az eljárások a konkrét feladatra (esetünkben a röntgenfelvételekre) optimalizálhatók, másrészt a tömörítés a képi jellemzők szerinti visszakeresés, illetve zajos csatornán történő robusztus képtovábbítás funkciói integrálhatóak. Eljárásunk elméleti alapjai az [1] [2] irodalomban találhatók.

Alapelv szerint a kóder összehasonlítja minden  $x_i$  bemeneti vektor (képlokalitás) tartalmát a kódszótár  $W = \{w_0, w_1, \dots, w_{N-1}\}$  kódvektoraival, ezután egy hibakritérium szerint „legközelebbi” kódvektor indexe kerül átvitelre. Dekóder oldalon az átvitt index egy ún. lookup táblából a kódszótár megfelelő vektorával helyettesíti a kérdéses képrészletet. A kódszótárt tanulmánytá (reprezentatív radiográfiai felvételek) segítségével határozhatjuk meg. A VQ általános működési sémája a 3. ábrán látható.



3. ábra. A vektorkvantálás egyszerűsített sémája

A fentiekből kiolvasható, hogy alapvetően az alábbi négy lépésből állhat a leírt „intelligens képtömörítés”:

1. **Modellalkotás:** Elsőként ki kell dolgozni a kép típusától függően egy modellt, mely tartalmazza a kép globális struktúráját, a rajta fellelhető objektumokat, azok egymáshoz való viszonyát stb. Ez az a lépés, mely alapvetően alkalmazásfüggő, különböző típusú képek esetén tehát nagyon eltérő lehet. Továbbá a modell hatékonysága erősen befolyásolja a tömörítés minőségét, hatékonyságát.

2. **Szótáralkotás:** Minden egyes megkülönböztetett típusú objektumhoz, háttérhez stb. külön szótár tervezése szükséges.

3. **Analízis:** A konkrét tömörítendő képre ráillesztjük a modellt, azaz megkeressük az egyes objektumok helyét, a kép struktúráját globálisan leírjuk, és továbbítjuk a dekódolóhoz.

4. **Vektorkvantálás:** Maga a tömörítés; mindig a megfelelő szótárt alkalmazva (a kép analízise folytán ez ismert mind a kódolónál, mind a dekódolónál), kódoljuk a képet.

Kísérleteink során 256 szűrkeségi szintű hegesztésivarrat-felvételeket vizsgáltunk. Első lépésben két zónatípust különböztettünk meg (varrat / háttér). Abból indultunk ki, hogy a vizsgálat a varratra koncentrálna, a háttér csak kiegészítő információt (felirat, markerek stb.) hordoz, ezért tömörítéséhez kisebb (durvább közelítésű) kódszótár is elégséges. A varratot azonban nagyobb kódszótárral kódoltuk O-FSVQ algoritmusunkat alkalmazva [3]. A varrat és háttér szegmentálása automatikusan történt. A kódszótár tervezésnél a Kohonen-féle önszervező háló (Kohonen's Self-Organizing Feature Map) algoritmusát alkalmaztuk [4].

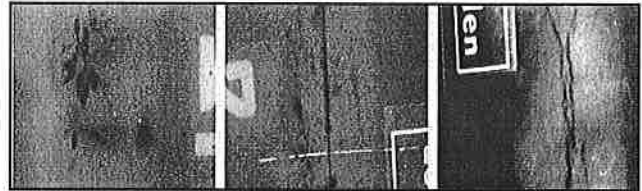
Az 5. ábra illusztrálja az eredményeket. A visszaállított képen (5.b.) a hibák megfelelően látszanak. A széleken a képminőség természetesen rosszabb, de a releváns információ még jól olvasható.

Az alábbi objektív hibakritériumot alkalmazva (The Peak Signal to Noise Ratio):

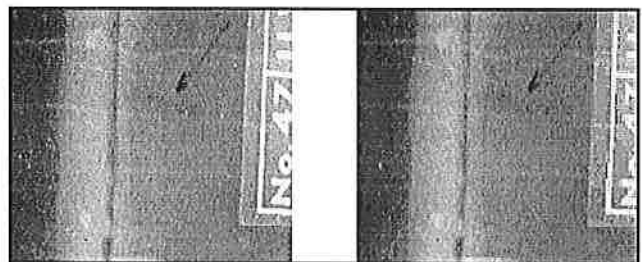
$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{\frac{1}{T} \sum_{k=1}^T (f'_k - f_k)^2}, \text{ dB}$$

ahol  $T$  az összes képpontok száma,  $f$  és  $f'$  rendre az eredeti és visszaállított képnek felel meg.

A PSNR átlagosan 33.698 dB volt a varratra, illetve 27.557 dB volt a szőveges részre. További eredmények az [5] irodalomban találhatóak.



4. ábra. Három kép a tanítókészletből



a. Eredeti kép b. Visszaállított kép

5. ábra. Példa a vektorkvantálás kvalitatív értékeléséhez

A varratra és háttérre különböző típusú és paraméterezésű VQ algoritmusokat alkalmazva természetesen eltérő eredményeket kaptunk a tömörítési arány illetve a képminőség tekintetében [5].

## Összefoglalás

A cikkben bemutatott az ipari radiográfiai felvételek számítógéppel segített feldolgozásának néhány lehetőségét. Ismertettük a Fővárosi Gázművek Rt.-nek kifejlesztett RadexSys 4.0 berendezés alapfunkcióit.

Az ismertett képiértékelő rendszer elemei egy adott időszak informatikai eszközeinek fejlettségi szintjén jelennek meg, következésképpen folyamatos feladatot és persze lehetőséget jelent a rendszer továbbfejlesztése (pl. a képfelbontás, műveleti sebesség fokozása, a denzitás növelése stb.) az egyre hatékonyabb eszközök felhasználásával. Ma még bizonyos korlátokat kell állítanunk a feldolgozhatóság érdekében.

A gyakorlati alkalmazhatóságot korlátozó két technológiai eredetű probléma – nagy denzitású röntgenfilmek ( $D > 4$ ) megfelelő minőségű digitalizálása, nagyméretű digitális képek hatékony tárolása, visszakeresése, hálózati továbbítása – megoldására tett erőfeszítéseink közül ismertettünk egy, a radiográfiai felvételek tömörítésére kidolgozott új, intelligens képtömörítési eljárást.

Kísérleti eredményeink szerint a képek magas szintű sajátosságait figyelembevevő algoritmus jobb eredményeket ad, mint a közismert kompressziós eljárások. A módszer gyakorlati (valósidejű) implementálására – továbbfejlesztett hardver platformon – a közeljövőben kerül sor. Ezzel összhangban a scanner-technológia legújabb eredményeit alkalmazva tervezzük a digitalizált képek minőségének további javítását, mellyel a rendszer képessé válik extrém sötét-sötétű filmek feldolgozására is. Ugyancsak folyamatos a cikkben ismertett feldolgozó alapfunkciók felhasználói igényeknek megfelelő bővítése.

Folyamatban van a Fővárosi Gázművek Rt.-nél üzemelő 40 bar-os gázvezeték radiográfiai felvételeinek feldolgozása, mely referenciaként szolgálhat más potenciális felhasználó számára is.

## Irodalom

- [1] A. Gersho, R.M. Gray: „Vector quantization and signal compression”, Kluwer Academic Publisher, Boston, 1992.
- [2] R. Aravind & A. Gersho: „Image compression based on vector quantization with finite memory”, Optical Engineering, Vol. 26, pp. 570-580, July 1987.
- [3] A. Czihó, I. Loványi, B. Solaiman, G. Cazuguel, C. Roux: „Derailment-free Finite State Vector Quantization using Conditional Histogram. Optimization and Application to Image Compression”, ICIP'97, pp. 706-709, USA, 1997.
- [4] T. Kohonen: „Self Organization and Associative Memory”, New York, Springer-Verlag, 1984.
- [5] A. Czikó, I. Loványi: „Image transfer and retrieval in multimedia applications” MicroCAD '99, 1999. február 24–25. Miskolc

# A vállalati minőségi mutatórendszer és szerepe a szabályozásban

Dr. Koczor Zoltán – Marschall Marcell – Göndör Vera – Paulics Anita

## A minőségi mutatók rendszere

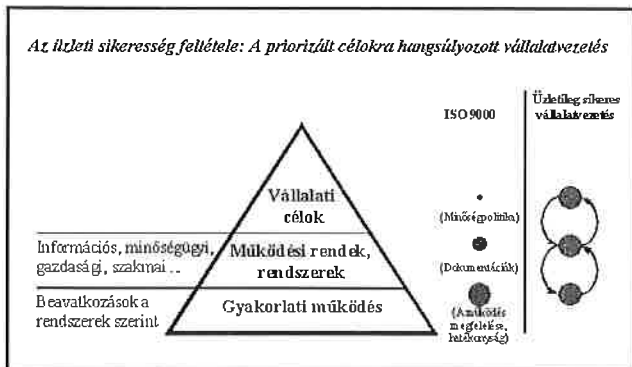
### Az üzleti sikerességet támogató vállalati szabályozások

Az ISO 9000-es szerinti minőségügyi rendszerek szabályozási módszertana sok előnyös tulajdonsággal rendelkezik. Az eljárásokban megjelenő dokumentáltság, a minőség tervezésében megjelenő jövőkép, a belső és külső auditok rendszere szinte bármely helyen alkalmazható vállalati szabályozási rendre vezet. Mindez jól szervezett, egy valós környezetben is megvalósítható, a munkatársakat bevonni igyekvő folyamat. Ennek a működésnek azonban hátrányai is tapasztalhatóak. Ezek közül kiemelkedik, hogy a felülvizsgálatok és a rendszer módosítása szakaszos jellegű, az értékelések során csak igen-nem típusú logikai választ (pl. a rendszer az ISO 9001-es szabványnak megfelelően működik) kapunk a rendszer működésére vonatkozóan.

A minőségügyi rendszer felülvizsgálatával kapcsolatosan az előnyös és hátrányos adottságok párba állíthatóak:

A minőségügyi rendszerek auditálásának jellemzői	
Előnyei	Hátrányai
Egységes szemlélet	Semalikus
Objektivitásra törekvő auditálási módszer	Kiszolgáltatottság az auditálási színvonalnak
Képzett auditorok	Igen/nem típusú válaszok
„Jeles” alkalmak segítik a fejlesztést	Szakaszos működés
Előírt módszertan (jól koreografált)	Formalizált

Az üzleti sikeresség támogatása érdekében szükséges a vállalati célrendszer folyamatos megjelenítése a minőségügyi szabályozásban. Ehhez kell egy olyan módszertan, amely folyamatos, a sikertényezőkre figyel, működtethető és hatékony (1. ábra).



1. ábra. Az üzleti sikeresség feltétele

A minőségügyi rendszer továbbfejlesztéséhez a rendszerben gyűjtött adatok szolgálnak alapul. Tanúsított ISO 9000-es rendszerekben az adatgyűjtések célja dokumentált (vizsgálati, folyamat-felügyeleti, beszállító-értékelési... adatok), a vizsgálati eszközök megfelelő felügyeleti renbe illeszkednek (kalibrálás, hitelesítés, validálás, ...), az adatok statisztikai eszközökkel értékelték (szabályozókártyák, mérésiértékelések, ...). Amennyiben az adatfelvételezés és -értékelés a folyamatokhoz hatékonyan illeszthető – pl. számítógépes adatgyűjtéssel és kiértékeléssel –, úgy az adatok a belső működés folyamatcentrikus értékelésére is alkalmasak. Ehhez a gyűjtött adatok standardizált kombinációjából mutatókat képzünk, melyeket a továbbiakban minőségmutatóknak nevezünk.

A minőségmutató egyrészt a vevő szemével megítélt folyamatértékelés, másrészt a működés prioritizált szempontok szerinti értékelésére szolgáló eszköz, amelynél az adatok egyértelműsége és rendszeres felvételezhetősége lényeges szempont.

A vállalati minőségi mutatók rendszere fontos szerepet játszik a vállalat által teremtett minőségszint alakításában. A szolgáltató elsősorban szolgáltatásainak minőségével tudja a piac egyéb szereplőitől megkülönböztetni magát, így a vállalat esetében kihangsúlyozott szerepe van a minőségnek és a vevői elégedettségnek. A minőségi mutatók rendszere segít abban a vállalat különböző vezetési szintjein, hogy a vállalat képes legyen a vevői elégedettséget belső vállalati minőségi mutatókkal, illetve azok változásával jellemezni.

A minőségügyi mutatók számszerűsítve tükrözik a kitűzött minőségi célok teljesülését. A megfelelő minőségszint elérésében fontos szerepet játszó operatív kulcspontoknál az adatok rendszeres gyűjtésével, egyszerű számításokkal számértékek határozhatók meg, melyek időszakonként és tevékenységi területenként feldolgozandóak. A minőségi mutatók nem gazdasági, nem hatékonysági mutatók, még ha egyes esetekben (amikor a minőség egyenértékű a gazdaságossággal, vagy a hatékonysággal) hasonlítanak, illetve szorosan kapcsolódnak is ezekhez. A minőségügyi mutatók jellegükben és gyűjtési módjukat tekintve hasonlítanak a vállalati mutatórendszer további elemeihez (pénzügyi mutatók, műszaki mutatók stb.), így a minőségi mutatók kidolgozása, a mutatók értékeinek folyamatos figyelése támogathatja a többi vállalati mutató kiértékelését is.

A minőségügyi mutatók célja, hogy a szervezet céljainak megvalósítását objektív értékeléssel mérje, és előzetesen végiggondolt korekciós lehetőségek álljanak rendelkezésre.

Az egyes minőségi mutatók közvetlen motiváló hatással vannak azokra, akik aktuális értékeik alakulására befolyással vannak, miután azok kiértékelésével, a rossz tendenciák okainak feltárásával a minőségi mutatók önálló minőségfejlesztő tevékenységet váltanak ki a munkatársakból negatív vezetői értékelés nélkül is.

A mutatók legtöbbször csak adott időtartam után használhatók közvetlen beavatkozásra, mely idő alatt a mutatókat befolyásoló tényezők értékelése történhet meg.

### Minőségi mutatórendszer struktúrája

A minőségi mutatóknak általában több szintje különböztethető meg (2. ábra):

#### Összvállalati minőségi mutató (pl. kulcsmutató)

A minőségi mutatók e szintje a vállalati működés közvetlen mércéje. Ezen minőségi mutatók hosszabb időszakra is állandóak, bár a vevők rangsorolása, fontosságérzete alapján évről évre 10-20%-ban megváltozhatnak. A minőségi mutatók struktúrájának e szintjén, mivel azt a felsővezetés használja mérőeszközként, kb. 5-25 mutatót kell kialakítani.

Ez a szint a minőségi mutatók felső szintje, azaz a felsővezetés munkáját segíti azzal, hogy rámutatnak azokra a kiemelt folyamatokra és szempontokra, amelyek a vállalat folyamatai közül a leginkább befolyásolják a vevők elégedettségét.

#### A beavatkozásokat támogató minőségi mutatók (akciócentrikus mutatók)

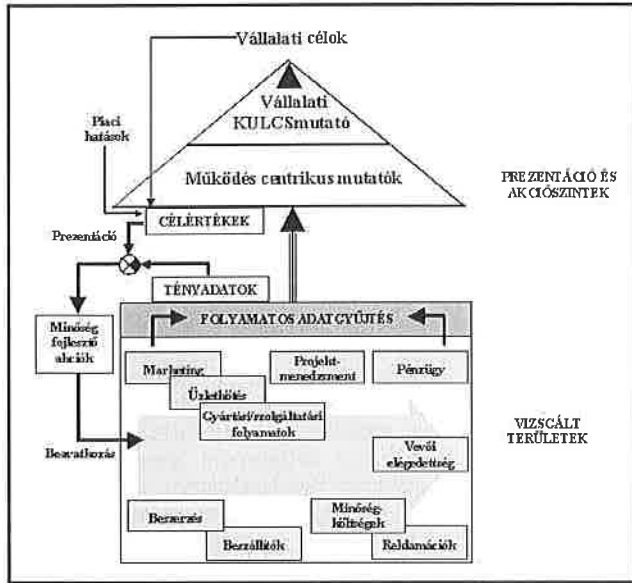
Ez a szint a belső beavatkozást segítő mutatók szintjét jelenti, mely mutatók célja, hogy a folyamat működését figyelemmel lehessen kísérni, és a beavatkozást szükség esetén meg lehessen tenni annak érdekében, hogy a jellemzett folyamat működése javuljon. Az ezen a szinten lévő minőségi mutatók elsősorban beavatkozás-orientált mutatók, és általában ezekből származnak a kulcsmutatók.

Ezekhez a minőségi mutatókhoz kapcsolódnak azok a segédmutatók, melyek az egyes mutatókhoz olyan segédinformációt szolgáltatnak, amelyek alapján a szükséges ok-okozati viszony könnyen kikövetkeztethető.

Az akciócentrikus mutatókat szervezeti egységeként célszerű gyűjteni és csoportosítani, hogy alkalmasak legyenek a beavatkozásra.

# MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

sokra (helyesbítő, vagy korrekciós intézkedés megtételére), és a legjobb belső vállalati gyakorlat átvételére.

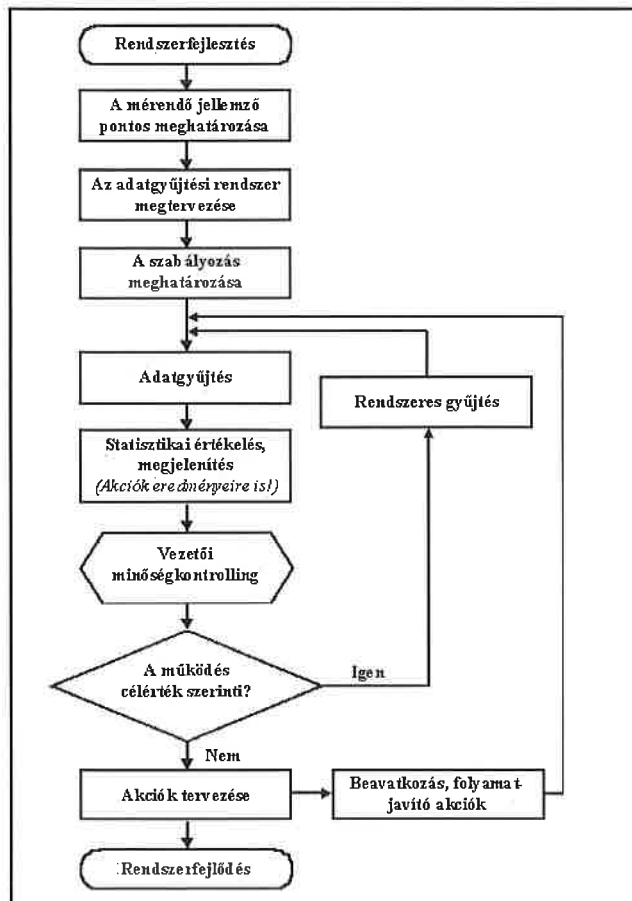


2. ábra. A vállalati mutatórendszer

## A minőségi mutatórendszer kidolgozása, üzemeltetése

Az adatok gyűjtési és kiértékelési folyamata a 3. ábra szerinti folyamatábrából követhető:

A minőségi mutatók használata akkor hatékony, ha célértékekhez



3. ábra. Az adatok gyűjtési és kiértékelési folyamata

lehet viszonyítani azokat. A célértékeknek kezdetben a szerződésben vállalt és a közvetlen vevői igényekből (a vevők által még a szerződéskötés folyamata során közölt elvárásokból) következő értékeket érdemes felhasználni. A későbbiekben a célértékek a fentiekén kívül a minőségügyi tervezésnek és a vevői elégedettség mérésének kiértékeléséből is származtathatók.

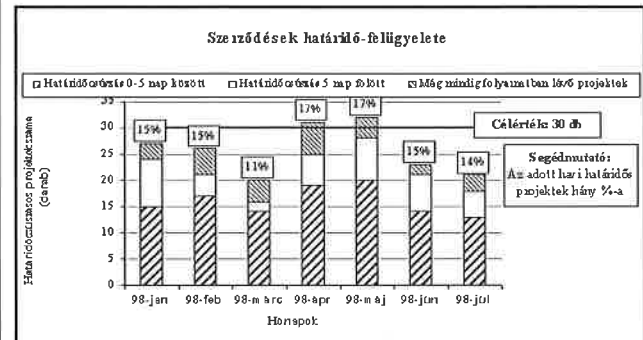
A minőségi mutatók kidolgozása során a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- a mutatókat úgy kell képezni, hogy a befolyásolás módja egyértelmű legyen illetve, hogy a mutatók javulása csak a kívánt működésmóddal legyen biztosítható;
- a mutatókhoz a megfelelő felelősök hozzárendelése, (valamennyi felelős vezetőknek a munkájához az általa felügyelt területéhez kapcsolódó mutatókat hozzá kell rendelni, hogy felelősen gyűjtse az adatokat, és ellássa azok karbantartását is);
- biztosítani kell a mutatók bemeneti jellemzőinek mérhetőségét;
- a mutatók folyamatos karbantartását és fejlesztését rendszeres, a minőségi mutatókra vonatkozó felülvizsgálatok kell, hogy garantálják.

A minőségi mutatókkal történő méréshez a legtöbbször a következő típusú mérőszámokat érdemes használni annak függvényében, hogy mi a minőségi mutatóval kihangsúlyozandó cél:

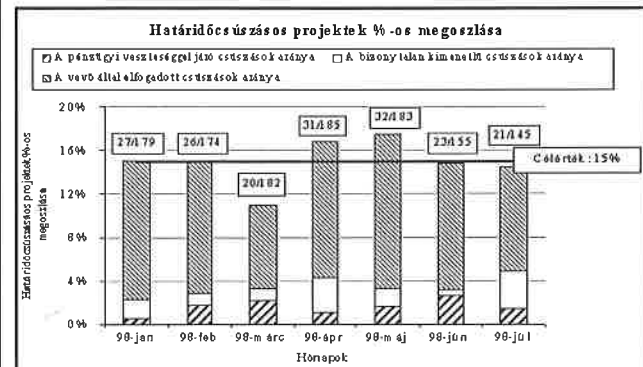
- Amennyiben a mutatóval a cél a jellemzett folyamatban a kiválasztott eseménynek, vagy a jellemzőnek az előfordulási gyakoriságát mérni, akkor célszerű használni az **abszolút darabszám** típusú minőségi mutatót. Ezt a típust akkor érdemes alkalmazni, ha a vevő szemzőgéből tekintve a jellemző (például egy átadás-átvétel sikeressége ill. sikertelensége) kiemelt jelentőségű. Leggyakrabban olyan jellemzők mérésére használják ezt, ahol súlyos negatív tartalma van a mutatóérték romlásának.

Ilyen eset, ha az ábrázolni kívánt minőségi mutató megváltozása nagy kockázatú esemény, a vele járó veszteség a darabszámmal jellemezhető, vagy az elhárításhoz rendelkezésre álló erőforrások a szá-mossággal arányosak. Erre mutat egy példát a 4. ábra.



4. ábra. Példa egyetlen minőségi jellemző különféle mutatóként való megjelenítésére (abszolút darabszámok ábrázolása)

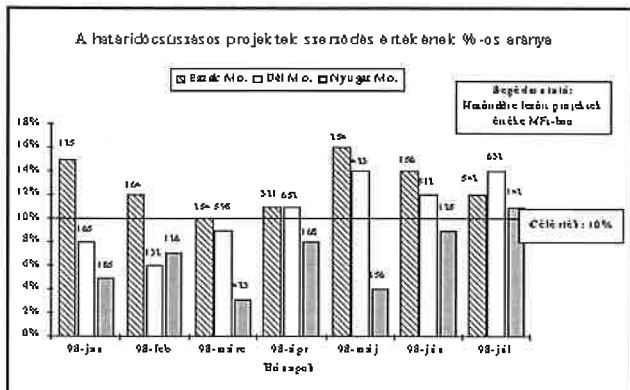
- Amennyiben a mutatóval a cél a jellemzett folyamatban a kiválasztott esemény, vagy jellemző előfordulásának relatív gyakoriságát vagy hányadát mérni, akkor az **arány típusú** minőségi mutatókat célszerű használni.



5. ábra. Példa egyetlen minőségi jellemző különféle mutatóként való megjelenítésére (arányok)

Ilyet célszerű használni, ha a minőség értékeléséhez elengedhetetlen a változó viszonyítási alap ismerete. Erre mutat egy példát az 5. ábra.

– Amennyiben a mutatóval a cél a jellemzett folyamatban a kiválasztott eseménynek, vagy a jellemzőnek az előfordulási gyakoriságát úgy mérni, hogy az egyes események súlyossága, prioritása figyelembevételre kerüljön, akkor kell használni **súlyozott értékelést**. Ezt a típust akkor érdemes alkalmazni, ha különbséget kell tenni két egymással azonos típusú, de nem azonos jelentőségű esemény között. Ilyen esemény lehet például a számlázás minőségét mérő mutató, mely az egyes beszállítóknak történő késedelmes fizetések számát méri a késedelmes ki fizetések összegével súlyozva, vagy az egy berendezés típusra vonatkozó meghibásodás aránya a hibaelhárítás költségével súlyozva. Egy alkalmazási példát a 6. ábra szemléltet.



6. ábra. Példa egyetlen minőségi jellemző különféle mutatóként való megjelenítésére (súlyozott értékelés veszteségek szerint)

## Az adatgyűjtés mélysége

A minőségi mutatókkal történő mérés mélységének meghatározása során dönteni kell arról, hogy az adatgyűjtés milyen részletességű legyen. Két lehetőség van ugyanis a mérési módszer meghatározására:

– A normalizálás, (pl. a hibák előfordulásának száma szorozva az előző évi átlagos hibaelhárítási költség, az közelítően kifejezi az időszakra eső hibaköltségeket); ez abban az esetben hasznos, ha a tényleges értékek meghatározásának költsége olyan nagy, hogy összemérhető a mérésből származó előnyök hasznával. Ebben az esetben jól meg kell határozni a normalizált érték felülvizsgálatának gyakoriságát.

– Az esetenkénti érték meghatározás; Ez abban az esetben hasznos, ha többletköltség nélkül gyűjthető a tényleges érték meghatározásához szükséges adat.

**A meghatározott minőségi mutatók használata során biztosítani kell:**

- az adatok rendszeres gyűjtését,
- a minőségi mutatók megfelelő vezetői szinten történő értékelését és prezentálását,
- a kedvezőtlen változások esetén a beavatkozások kezdeményezését,
- a mutatók értékei szerinti hatékony beavatkozásokat és
- a beavatkozások eredményességének mérését a minőségi mutatók változásán keresztül.

## Az adatok rendszeres gyűjtése

A minőségi mutatórendszer kidolgozása során az adatgyűjtés beindítása, az adatok értékelési módjának véglegesítése általában a minőségügyi szervezet segítségével történik. A továbbiakban a minőségügyi szervezet feladata csak a mutatók összegyűjtése, prezentálása alkalmas összefoglalása, a prezentációk összefoglalása, a közös beavatkozási terv (akcióterv) frissítése, szükség esetén javaslattevő új minőségi mutatóra. Az adatgyűjtés, a kiértékelés és a beavatkozások tervezése, kivitelezése és értékelése az egyes területek önálló feladata.

## A minőségi mutatók megfelelő vezetői szinten történő értékelése és prezentálása

Az adatok vállalati szintű értékelése havi gyakoriságú, egyes mutatóknál lehet ritkább, de az összefoglaló jelentés összeállítása havonként

történik. A kiértékelés része a vezetői szintű prezentáció, ahol a területi igazgatóságok, illetve a szakterületek vezetői számolnak be a vezérgazgatónak a mutatók alakulásáról.

## Kedvezőtlen változások esetén a beavatkozások kezdeményezése

Az előző pontban említett prezentáció része a negatív jellegű változások mellé a megfelelő korrekciós intézkedési terv (akcióterv) prezentálása illetve szükség esetén az elsőszámú vezetővel történő elfogadtatása is.

## A mutatók értékei szerinti beavatkozások végrehajtása

Az a vezető, aki az intézkedési tervben (akciótervben) akciópontot kapott, felelős annak végrehajtásáért és eredményeinek prezentálásáért a soron következő vezetői minőségi értekezleten.

## A beavatkozások eredményességének mérése a minőségi mutatók változásán keresztül

A beavatkozások hatékonyságának mérése biztosítja az intézkedés tényleges hatásának objektív kiértékelését. A beavatkozást akkor lehet eredményesnek tekinteni, ha a minőségi mutató a negatív változás után a megfelelő irányba fordul át. A soron következő vezetői minőségi értekezletnek ez mindig tárgya.

## A minőségi mutatórendszer kapcsolódása a minőségügyi rendszerhez

A vállalati minőségügyi rendszerben a minőségi mutatók szerepe meghatározó. Amennyiben a minőségi mutatók nem változnak az üzleti lehetőségek szerint, akkor előbb utóbb a vállalat minőségi mutatói közül lesz olyan, mely már régen a piac számára értéktelen jellemzőt mér. Ezért fontos a minőségi mutatókat folyamatosan figyelni és amennyiben szükséges a piaci változásokkal együtt változtatni.

A vállalati minőségcélok (melyek a szolgáltató minőségpolitikában már megfogalmazásra kerültek) adják meg a szolgáltató számára a fő minőségi célkitűzéseket mind a vevők, mind a munkatársak, mind a társadalom irányában. A minőségi mutatók jelentős szerepet játszanak ezen fő célkitűzések megvalósítása során a megvalósulás nyomonkövetésében, illetve a szükséges helyesbítő, korrekciós intézkedések megtételében.

A minőségi mutatókat a vállalat fő folyamataiban úgy kell „elhelyezni”, hogy a vállalat tevékenységének minden olyan részletére kiterjedjen, mely hatással van az előállított minőségre. A minőségi mutatók a már korábban tárgyalt TQM (Total Quality Management) egyik fő vállalati vezetési eszköze.

**Milyen kérdések merülnek fel ezzel kapcsolatban egy, az ISO 9001-nél magasabb szintű elvárás esetén?**

- Létezik-e aktívan használt minőségi mutatórendszer, mely a vállalat teljesítményét méri a szervezeti fő célkitűzésekkel szemben?
- Ha létezik, akkor a célokat a vállalat önmagához mérten határozta meg, vagy más konkurens céljai alapján döntött a célok kitűzéséről?
- A minőségi mutatórendszert karbantartják a vállalatnál?
- A minőségi mutatókat a felelős vezetők a heti/havi vezetői értekezleten áttekintik-e?
- Ha igen, készülő akcióterv abban az esetben, ha az egyik mutató értéke rossz irányba kezd változni?
- Minden dolgozó ismeri-e a vállalat minőségi célkitűzéseit?
- Létezik-e folyamatszabályzás, eljárás a minőségi mutatók bemeneti adatainak beazonosításáról, gyűjtéséről, tárolásáról, karbantartásáról?
- Használják-e a vevőktől jövő hibajelzéseket, reklamációkat átfogó korrekciós intézkedések megalapozására?
- Használják-e statisztikai eszközöket, minőségi mutatókat a problémamegoldások során?

Ezek a kérdések arra utalnak, hogy a minőségügyi rendszer dinamizmusának egyik fenntartója a vállalati minőségi mutatórendszer. Ezek a mutatók minden szakterületre kiterjednek, hiszen minden szakterület szükségszerűen kell, hogy rendelkezzen szakterületi minőségcéllal. A minőségi mutató eszköz a cél elérésének – vagy attól való távolodásának – nyomonkövetéséhez, a gyors és hatékony beavatkozásokhoz.

## Új, érvényes nemzeti szabványok

A Magyar Szabványügyi Testület által, a Szabványügyi Közlöny 1999/8.-10. számában közzétett és szakterületünket érintő érvényes szabványok a következők:

### 23 Általános rendeltetésű hidraulikus és pneumatikus rendszerek és egységeik

– MSZ EN ISO 13760:1999; Műanyag csövek nyomás alatti folyadékot szállítására. Miner-féle szabály. A halmozódó károsodás számítási módszere.

### 27 Energetika és hőátvitel általában

– MSZ 13833-3:1999; Kazánok és nyomástartó edények gyártása és vizsgálata. 3. rész: Hegesztett kötések technológia-vizsgálata acélokra.

### 55 Termékcsoomagolás és -elosztás

– MSZ EN 868-1:1999; Csoomagolóanyagok és -rendszerek sterilizálható orvostechnikai eszközökhöz. 1. rész: Általános követelmények és vizsgálati módszerek.

### 77 Kohászat

– EN 1971:1998; Copper and copper alloys. Eddy current test for tubes. (Megjegyzés: jegyzékes jóváhagyó közleményes bevezetés szándékával)

### 83 Gumi- és műanyagipar

*Címoldalal jóváhagyó közleménnyel bevezetett magyar nemzeti szabványok (összesen 74) eredeti angol nyelvű szöveggel (Szabványügyi Közlöny 1999. 10. pp. 5–9.). Ezekből szemléztünk.*

– MSZ EN ISO 1110:1999; Műanyagok. Poliamidok. A próbatetek gyorsított kondicionálása.

– MSZ EN ISO 1874-2:1999; Műanyagok. Poliamid fröccs- és extrúziós anyagok. 2. rész: Próbatestek készítése és a tulajdonságok meghatározása.

– MSZ EN ISO 8986-2:1999; Műanyagok. Polibutén fröccs- és extrúziós anyagok. 2. rész: Próbatestek készítése és a tulajdonságok meghatározása.

– MSZ EN ISO 13000-1 és -2:1999; Műanyagok. Politetrafluor-etilén (PTFE) félkész termékek. 1. rész: Követelmények és megjelölés. 2. rész: Próbatestek készítése és a tulajdonságok meghatározása.

– MSZ EN ISO 3385:1999; Rugalmas polimer habanyagok. A kifáradás meghatározása állandó terhelésű ütőpróbával.

– MSZ EN ISO 3386-1:1999; Rugalmas polimer habanyagok. A feszültség-alakváltozás jellemző meghatározása összenyomáskor. 1. rész: Kis sűrűségű anyagok.

– MSZ EN ISO 8307:1999; Rugalmas polimer habanyagok. A tépőszilárdság meghatározása.

– MSZ EN ISO 10066:1999; Rugalmas polimer habanyagok. A kúszás meghatározása összenyomáskor.

– MSZ EN 59:1999; Üvegszál erősítésű műanyagok. A keménység mérése Barcol-keménységmérővel.

– MSZ EN 61:1999; Üvegszál erősítésű műanyagok. A húzási jellemzők meghatározása.

– MSZ EN 62:1999; Üvegszál erősítésű műanyagok. Szabványos kondicionálási és vizsgálati légterek.

– MSZ EN ISO 14129:1999; Szálerősítésű műanyag kompozitok. Az egy síkban adott nyírófeszültség-nyírósebesség-válasz meghatározása beleértve a nyírómodulust és -szilárdságot,  $\pm 45^\circ$ -os nyújtásvizsgálati módszerrel.

– MSZ EN ISO 14130:1999; Szálerősítésű műanyag kompozitok. A lát-szölgos, rétegek közötti nyírószilárdság meghatározása rövid tüske módszerrel.

– Az MSZ EN 1939-45:1999 és az MSZ EN 12023-36:1999 a tapadószalagok különböző mechanikai (pl. szakadási nyúlás, tépőszilárdság, ütésállóság), fizikai-kémiai (pl. vízgőzáteresztés, oldószer-behatolás) és egyéb jellemzőinek a meghatározását szabályozzák.

– MSZ ENV 1965-1 és -2:1999; Szerkezeti ragasztóanyagok. Korrózió.

Vörösréz hordozóra (1. rész), ill. sárgaréz hordozóra (2. rész) gyakorolt korróziós hatás meghatározása és osztályozása.

– MSZ ENV 1966:1999; Szerkezeti ragasztóanyagok. A felület jellemzése a tapadás mérésével a hárompontos hajlítási módszerrel.

– MSZ EN 1464:1999; Ragasztóanyagok. Nagy szilárdságú ragasztott kötések szétszakítással szembeni ellenállásának meghatározása. Lebegő görgős módszer.

– MSZ EN 1465:1999; Ragasztóanyagok. Merv a mervhez kötésű ragasztott együttesek rétegei közötti nyírószilárdság meghatározása húzással.

## Új, érvényes európai szabványok

*Az 1999. február 1. és április 30. között megjelent és szakterületünket érintő szabványok jegyzéke. (Tájékoztató címfordítások.)*

– EN ISO 62:1999; Műanyagok. A vízfelvétel meghatározása.

– EN ISO 1461:1999; Tüzi fémbevonatok kész vas- és acéltermékeken. Előírások és vizsgálati módszerek.

– EN ISO 12737:1999; Fémek. A törési szívósság meghatározása.

– EN ISO 13934-1-2:1999; Textilíák. Szövetek szilárdsági jellemzői. A maximális erő és nyúlás meghatározása 1. rész: sávmódszerrel, illetve 2. rész: Grab-módszerrel.

– EN ISO 13935-1-2:1999; Textilíák. Szövetek és konfekcionált textiltermékek szilárdsági jellemzői. A varrás maximális szakítóerejének meghatározása 1. rész: sávmódszerrel, illetve 2. rész: Grab-módszerrel.

– EN 288-9:1999; Hegesztési utasítás és a hegesztés-technológia jóváhagyása. 9. rész: Technológia-vizsgálatok szárazföldi és tengeri csővezetékek tompavarrataira.

– EN 10095:1999; Hőálló acélok és nikkelötvözetek.

– EN 10228-1:1999; Acélból készült kovacsolt darabok roncsolásmentes vizsgálata. 1. rész: Mágnesezhető poros vizsgálat.

– EN 660-1 és -2:1999; Rugalmas padlóburkoló anyagok. A kopásállóság meghatározása. 1. rész: Stuttgart-vizsgálat. 2. rész: Fick-Faber-vizsgálat.

– EN 1194:1999; Faszervezetek. Ragasztott, rétegelt fa. Szilárdsági osztályok és a jellemző értékek meghatározása.

– EN ISO 2813:1999; Festékek és lakkok. Nemfémes festékfilmek tükrözésének meghatározása  $20^\circ$ -os,  $60^\circ$ -os és  $80^\circ$ -os szögben.

– EN ISO 9606-3 és -4:1999; Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés. 3. rész: Réz és rézötvözetek. 4. rész: Nikkel és nikkelötvözetek.

– EN 13002-2:1999; Szénszálak. 2. rész: Vizsgálati módszerek és általános előírások.

**Új ISO-szabványok**, amelyek 1999. március 15-e és június 11-e között jelentek meg. (Az ISO Bulletin 1999. májusi és júniusi számai alapján készült tájékoztató címfordítás.)

– ISO 2431:1993/Cor 2:1999; Festékek és lakkok. A kifolyási idő meghatározása mérőpohárral. 2. helyesbítés.

– ISO 7783-2:1999; Festékek és lakkok. Fedőanyagok és -rendszerek külső falakhoz és betonhoz. 2. rész: A vízgőzáteresztési sebesség (permeabilitás) meghatározása és osztályozása.

– ISO 9606-3 és -4:1999; Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés. 3. rész: Réz és rézötvözetek. 4. rész: Nikkel és nikkelötvözetek.

– ISO 1746:1998/Cor 1:1999; Gumi- és műanyag csövek. Hajlítóvizsgálatok 1. helyesbítés.

– ISO 9712:1999; Roncsolásmentes vizsgálatok. A személyzet minősítése és tanúsítása.

– ISO 9513:1999; Fémek anyagok. Az egytengelyű vizsgálatokhoz használt tenzométerek kalibrálása.

– ISO 13468-2:1999; Műanyagok. Áttetsző anyagok teljes fényátteresztésének meghatározása. 2. rész: Dupla sugaras műszer.

– ISO 11881:1999; Fémek és ötvözetek korróziója. Alumíniumötvözetek réteges korróziójának vizsgálata.



# Kinetikus analitikai módszer alkalmazása redoxpotenciál mérés alapján

Grafné Harsányi Etelka\* – Dobondi Éva\*

Azokat a módszereket, melyek a reakciósebesség mérésén alapulnak és a reakciósebesség mértékét koncentráció meghatározásra használják fel, kinetikus analitikai módszereknek nevezzük.

A kinetikus módszerek felhasználhatók különböző komponensek elemzésére. Különösen a kis koncentrációk meghatározására katalitikus reakciókat alkalmazunk (1).

Katalitikus-kinetikus módszerrel számos szervetlen ion meghatározható. Specifikus katalizátorok az enzimek is, ezért alkalmasak szubsztrátjaik meghatározására. A biokémiában, klinikai analízisben ezeket a módszereket széleskörűen alkalmazzák.

Jelen munkában a szervetlen ionok elemzésére alkalmas kinetikus módszereket tanulmányozzuk.

A kinetikus analitikai módszereket már évtizedek óta alkalmazzák az analitikai kémiában. A módszerfejlesztés hazai vonatkozása, hogy Szabellédy László számos kinetikus-katalitikus eljárást a világon elsőként dolgozott ki és publikált (2).

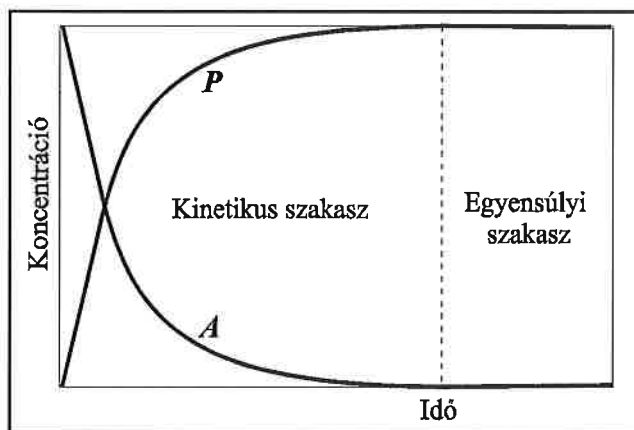
Az utóbbi időben növekedett a kinetikus módszerek alkalmazása. Ez annak köszönhető, hogy a számítástechnika gyors fejlődése következtében a mérési adatok feldolgozása gyorsabb és megbízhatóbb lett, a méréseket befolyásoló paraméterek jobban kézben tarthatóak, így az eredmények is pontosabbak (3).

A kinetikus analitikai módszerek irodalma változatlanul nagyszámú. Az 1998-as Analytical Chemistry összefoglaló cikke két év alatt 14 000 publikációt említ, melyekből 2 000 cikkre hivatkozik (4).

## A kinetikus analitikai módszerek leírása

A kinetikus analitikai módszerek alkalmazása esetén dinamikus körülmények között dolgozunk, melynek során a reagáló komponensek és termékek koncentrációi folyamatosan változnak. Az analitikai paraméter a reagáló komponensek csökkenése, ill. a termékek megjelenése és a koncentráció növekedése.

A kinetikus módszerek eltérését az egyensúlyi módszerektől az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. Egy reagáló A komponens és egy P termék koncentrációjának időbeli változása

A reakciók rendje meghatározza a reagáló komponensek koncentrációtól való időfüggését.

**Elsőrendű** az a reakció, amelyben a reakciósebesség egyetlen anyag koncentrációjától függ. Az  $A \rightarrow P$  reakcióra a reakciósebesség az A komponens csökkenésének sebességével azonos:

$$-\frac{dA}{dt} = k[A]$$

A differenciális forma integrál alakban kifejezve:

$$\log[A] = \log[A]_0 - \frac{kt}{2,303}$$

**Másodrendű reakciók** esetén, ahol a reakcióegyenlet:  $A + B \rightarrow P$ , a sebesség kifejezhető A vagy B csökkenésének mértékével:

$$-\frac{dA}{dt} = -\frac{dB}{dt} = k[A][B]$$

Ha az egyik reakciópartner koncentrációja (pl. B) igen nagy a másikhoz képest, akkor a változása elhanyagolható és az egyenlet elsőrendűvé válik:

$$-\frac{dA}{dt} = k'[A]$$

B értéke gyakorlatilag konstans, így a k konstansba építhető, ami k-re változik.

Ez az ún. pszeudo-elsőrendű reakció. Az analitikában használatos reakció legtöbbje ilyen pszeudo-elsőrendű reakció.

Igen sok reakció sebessége **katalizátorokkal** gyorsítható. Ilyen esetekben a katalizátor koncentrációjának érzékeny meghatározására nyílik lehetőség.

Amennyiben az alábbi elsőrendű reakciót katalizátor segítségével gyorsítjuk, a sebessége változik. Az  $A \rightarrow X$  reakció sebessége katalizátor nélkül:

$$\frac{d[X]}{dt} = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$

A reakció katalizálva:  $A + K \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} AK, \quad AK \xrightarrow{k_2} X + K$

Az AK közltermék keletkezési sebessége:

$$\frac{d[AK]}{dt} = k_1[A][K] - (k_{-1} + k_2)[AK]$$

Stacioner állapotban (AK) konstans, ekkor az alábbi összefüggések érvényesek:

$$\frac{d[AK]}{dt} \cong 0, (k_{-1} + k_2)[AK] = k_1[A][K]$$

$$\frac{d[X]}{dt} = k_2[AK] = \frac{k_1 k_2 [A][K]}{k_{-1} + k_2} = k_k [A][K]$$

$$\text{ahol } k_k = \frac{k_1 k_2}{k_{-1} + k_2}$$

A katalizált reakció k értéke nagyobb, mint a nem katalizált reakcióé. A katalizált reakciók esetében is legtöbbször pszeudo-elsőrendű reakciókat használunk analitikai célokra.

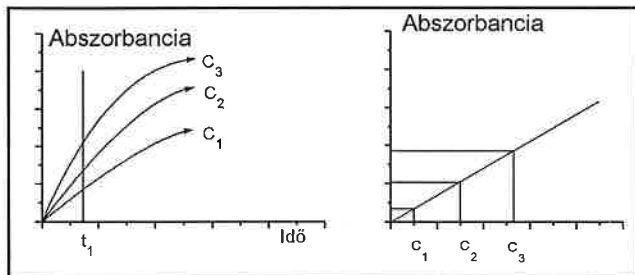
A meghatározások során a reakciósebességet úgy mérjük, hogy valamelyik reakciópartner jelének változását mérjük az idő függvényében. A jelek mérésére különböző detektálási módszerek alkalmasak, de az esetek többségében fotometriás detektálást alkalmaznak.

\* Budapesti Műszaki Egyetem, Általános és Analitikai Kémiai Tanszék, H-1111 Budapest Szt. Gellért tér 4.

# MŰSZERES ANALITIKA

Az időfüggő jelek kiértékelése többféle módszerrel valósítható meg. Három alapvető módszer használatos a reakciósebesség mérés alapján történő koncentráció meghatározására.

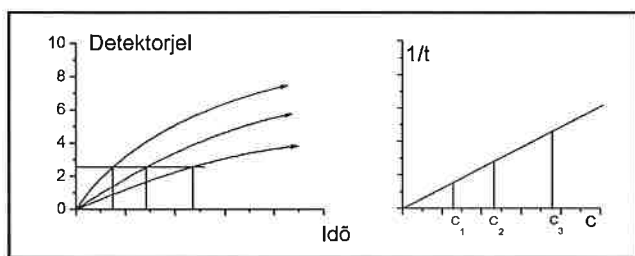
**a) Adott ideig történő mérés.** A keletkező termék vagy valamelyik reagáló komponens által adott jelet mérünk a reakció kezdetétől számított adott idő eltelte után. (Mérhetünk pl. fotometriás detektorral 2. ábra).



2.a. ábra. Reakcióidő-abszorban-  
cia jelek

2.b. ábra. Kalibrációs görbe

**b) Adott detektorjel eléréséig eltelt időt mérjük.**



3.a ábra.

Detektor jel - idő grafikon

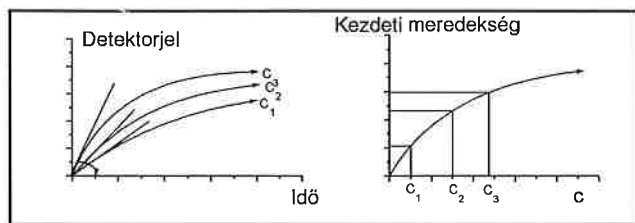
3.b ábra.

Kalibrációs görbe

Ebben az esetben a mérendő komponens koncentrációja bizonyos tartományon belül lineárisan változik  $1/t$ -vel (3. ábra).

**c) A reakciósebesség görbe meredekségének meghatározása**

Ennél a módszernél valamelyik fogyó vagy keletkező anyag koncentrációját mérjük az idő függvényében. A koncentráció időbeli változásának kezdeti meredekségét határozzuk meg, majd ezt az értéket rendeljük az aktuális komponens vagy katalizátor koncentrációjához. A kapott kezdeti meredekség a koncentráció növekedésével nő (4. ábra).



4.a. ábra. Detektorjel-idő  
grafikon

4.b. ábra. Kalibrációs görbe

A kémiai reakciók sebessége nagy mértékben függ a hőmérséklettől, az oldatban található kísérő anyagoktól, az ionerősségtől. Ezért a mérésnél termosztálás, tiszta oldószerek és reagensek szükségesek és ügyelni kell arra, hogy azonos körülmények között végezzük a meghatározást a vizsgálandó és az összehasonlító oldatban (1).

Azokat az anyagokat, melyeknek koncentráció-változásából kísérleti úton határozzuk meg a reakció sebességét, indikátor anyagoknak nevezzük. Fontos, hogy az indikátorreakció bizonyos feltételeknek eleget tegyen.

a. A reakció sebessége adott határok között maradjon, mert túl gyors vagy túl lassú reakciók csak körülményesen alkalmazhatók analitikai célokra. Legmegfelelőbb időtartam a reakciósebesség mérésére 10–15 perc.

b. Az indikátoranyag koncentrációja gyors és egyszerű módszerrel legyen mérhető.

c. A meghatározandó anyag koncentrációja a kísérlet ideje alatt ne változzék lényegesen. Ez a feltétel magától értetődően teljesül, ha katalizátorról van szó.

Legtöbb reakció, amelynél a katalizátor a meghatározandó komponens, redox reakció. Gyakran lassúak ezek a reakciók, amikor a két félreakció elektronszám változása nem egyenlő.

Néhány ilyen redox típusú indikátorreakciót és katalizátort az 1. táblázatban foglalunk össze.

1. táblázat

A katalizátor koncentrációjának meghatározására alkalmas redoxi rendszerek

Oxidálószer	Redukálószer	Katalizátor
Cerium(IV)	Arzén(III)	Jodid, Os
Permanganát	Arzén(III)	Os
Cerium(IV)	Klorid	Ag
Peroxidiszulfát	Mangán(II)	Ag
Vas(III)	Tioszulfát	Cu
Jód	Azid	szulfid, tioszulfát, rodanid
Malachit zöld	Titán(III)	Mo, W
Metilén kék	Szulfid	Se
Oxigén	Aszkorbinsav	Cu
Oxigén	Resorcinol	Cu
Hidrogén-peroxid	Hidrogén-peroxid	Mn, Pd, Cu
Hidrogén-peroxid	p-Feniléndiamin	Cu, Fe, Os
Hidrogén-peroxid	Jodid	Mo, W, V
Hidrogén-peroxid	Azomelin	Cr
Hidrogén-peroxid	o-Tolidin	Cr
Vas(III)	p-Feniléndiamin	tioszulfát

**A kinetikus-katalitikus módszerek előnyei:** egyszerű műszerezettség, olcsó kivitelezés és üzemeltetés, jól alkalmazhatóak az áramló oldatos meghatározásokra, a meghatározást számítógéppel összekapcsolva reprodukálható mérési módszer dolgozható ki.

A kinetikus-katalitikus elemzések során a detektálást általában fotometriás módszerrel végzik. Munkánkban a redoxpotenciál változását mértük, a másodpercenként felvett adatokat számítógéphez vittük, majd az adatsor kiértékelésével vettünk fel kalibrációs görbéket.

Vizsgáltuk a kidolgozott módszer analitikai alkalmazhatóságát. Az alkalmazást a Cr(VI)ion meghatározásán keresztül mutatjuk be.

## Krómspeciesek elemzési lehetőségei

Számos analitikai eljárás ismeretes, amelyek segítségével a két különböző oxidációs állapotú króm meghatározható. Az alábbiakban néhány módszercsoportot táblázatosan ismertetünk (2. táblázat).

2. táblázat

Króm ionfajták meghatározásának módszerei

Analitikai módszer	Króm specles	Irodalom
Klasszikus módszer Redox titrálás	Cr(III) Cr(VI)	5
Fluorimetria	Cr(VI)	6
Ionkromatográfia, lumineszcenciás detektálás	Cr(III) Cr(VI)	7
Inverz voltammetria	Cr(VI) Cr(III)	8 9
Atomspektroszkópia	Cr(III) Cr(VI)	10, 11, 12, 13
ICP	Cr(III) Cr(VI)	14 15
Spektrofotometria	Cr(VI)	16, 17, 18
Kinetikus módszer	Cr(III) Cr(VI)	19, 20, 21 1

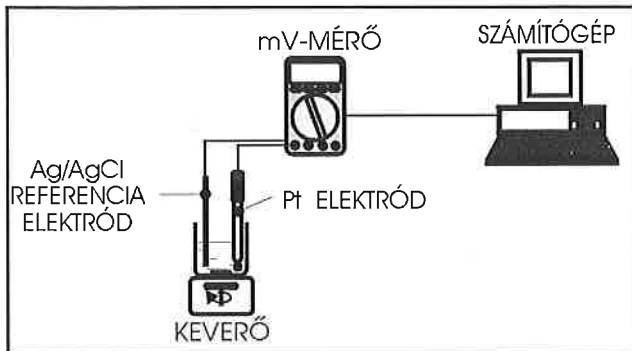
A jelen munkában bemutatott kinetikus elemzés alapja az o-tolidin és hidrogén-peroxid között lejátszódó redox reakció, melyet a Cr(VI) katalizál.

**Kísérleti rész**

**A redoxpotenciál mérésre használt berendezés**

A méréshez egy Radelkis OP 0612 jelű platina mérőelektrodot és egy kettős sóhidas Radelkis OP 0820 jelű Ag/AgCl vonatkozási elektrodot használtunk. Az elektrodok egy Metex M-3850D típusú multiméterhez voltak kapcsolva. Ehhez csatlakozott egy számítógépes rendszer (SCOPE VIEW), mely a reakció lefutásának folyamatos követését és megjelenítését tette lehetővé a redoxpotenciál mérésével az idő függvényében. A program a másodpercenként mért cellafeszültség adatokat egy file-ba mentette, amit a mérések elvégzése után Origin 40 táblázatkezelő program segítségével dolgoztuk fel.

A mérési elrendezést az 5. ábra mutatja.



5. ábra. Cr(VI) elemzésére szolgáló redoxpotenciál mérő berendezés

**A mérés menete:** Egy 25 ml-es főzőpohárba az alábbi összetételű oldatokat mértük be:

- 5 ml acetátpuffer pH=4
- 100 µl 1%-os o-Tolidin
- 100 µl 3%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Ebbe az oldatba helyeztük be a referencia- és a mérőelektrodokat. Mágneses keverővel kevertettük a puffert, közben mikropipettával 100 µl Cr(VI) oldatot adagoltunk az alapoldatba és számítógépen követtük és regisztráltuk a redoxpotenciál időfüggését.

A számítógépes programot 30 másodperccel a Cr(VI) minta beadagolásának pillanata előtt indítottuk el. A kalibrációhoz a Cr(VI) minta koncentrációjának függvényében a redoxpotenciál-Idő görbe kezdeti meredekség értékeit használtuk fel.

A mérések során vizsgáltuk, hogy a hidrogén-peroxid koncentrációjának változtatása milyen hatással van a potenciálváltozásra. Majd az optimális hidrogén-peroxid koncentráció mellett kalibrációt vettük fel.

A meghatározáshoz szükséges oldatok:

- Hidrogén-peroxid 30%-os
- o-Tolidin, 1%-os: 0,2 g o-Tolidint feloldunk 20 cm<sup>3</sup> absz. etanolban.

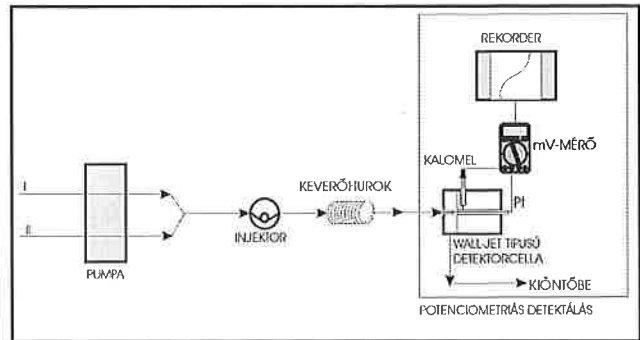
A kapott oldat 1%-os. A további mérésekhez ezt az oldatot használjuk ill. tovább hígítjuk.

- Acetátpuffer, pH=4 [6]. A pufferoldat komponensei: 2 M ecetsavoldat [11,8 cm<sup>3</sup> cc. (96 %-os) ecetsav 1 dm<sup>3</sup>-re hígítva], 0,1 M nátrium-acetát [8,203 g vízmentes CH<sub>3</sub>COONa 1 dm<sup>3</sup>-re hígítva]. A pufferoldat komponenseit pH=4-nél a következő térfogatarányokban elegyítjük: 16,4 cm<sup>3</sup> ecetsav, 7,2 cm<sup>3</sup> nátrium-acetát. Az oldat pH értékét pH-mérő segítségével ellenőriztük.

- Cr(VI) kalibráló oldatsorozat: 1000 µg/ml Cr(VI); 0,75 g K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>-ot oldunk 20 cm<sup>3</sup> 0,1 M-os H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ben, majd az így kapott oldatot 200 ml-es lombikban jelig töltjük desztillált vízzel. Cr(VI)-ra nézve 1000 µg/ml-es káliumdikromát törzsoldatból megfelelő hígításokkal 5, 10, 20, 50 µg/ml-es króm(VI) oldatokat készítünk. Az oldatok hígításához desztillált vizet használtunk.

**Áramló oldatos meghatározás potenciometriás végpontjelzéssel**

Az áramlóoldatos mérőberendezés vázlatos rajzát a 6. ábra mutatja.



6. ábra. Cr(VI) áramlóoldatos potenciometriás elemzéséhez alkalmazott rendszer

- I.: 100 ml acetát puffer, pH=4; 2 ml o-tolidin (1%-os)
- II.: 50x-re hígított 3%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Az alapoldat áramoltatásához narancs-narancs szinkódú pumpacsöveket használtunk (0,42 ml/perc). Az áramoltatást egy Labormim gyártmányú, többcsatornás (max. 28) perisztaltikus pumpa biztosította. Az alapoldat két oldat összekeverésével haladt az injektor felé. Az egyik főzőpohár 100 ml acetát puffert (pH=4) és 2 ml o-tolidint, míg a másik 50-szeresre hígított 3%-os hidrogén-peroxidot tartalmazott.

A beépített injektor 250 µl-es hurokkal rendelkezett. Az injektor után 1 m hosszú spirálkeverőt építettünk be, hogy a megfelelő keveredést biztosítsuk. A reagensek összekeveredése és a detektálás között eltelt idő 75 s volt.

A detektálást egy WALL-JET típusú detektorcella biztosította. A cellában az áramló folyadék a kiáramlás irányára merőlegesen elhelyezett, üvegcsőbe forrasztott platinaszál mérőelektrodra áramlik, majd a detektorcella túlfolyóján keresztül egy túlfolyóval ellátott edénybe kerül, amelybe az OP-0830P Radelkis gyártmányú vonatkozási elektrodot helyeztük. A vonatkozási elektrod és a platina mérőelektrod egy Radelkis OP-208/1 típusú Precíziós Digitális pH-mérőhöz kapcsolódott. Ehhez csatlakozott egy Omni Scribe D5000 regisztráló készülék, amely alkalmas volt a tranziens jelek folyamatos követésére.

**A mérés menete:** A perisztaltikus pumpát elindítottuk és megvártuk, hogy a redoxpotenciál beálljon egy állandó értékre. Ezt követően az injektorral 250 µl különböző koncentrációjú Cr(VI) oldatot juttattunk az áramló rendszerbe. A kalibrációhoz felhasznált adat a Cr(VI) ion okozta maximális potenciál-változás értéke volt, a jelek csúcsmagasságát ábrázoltuk a beadagolt Cr(VI) ion mennyiségének függvényében.

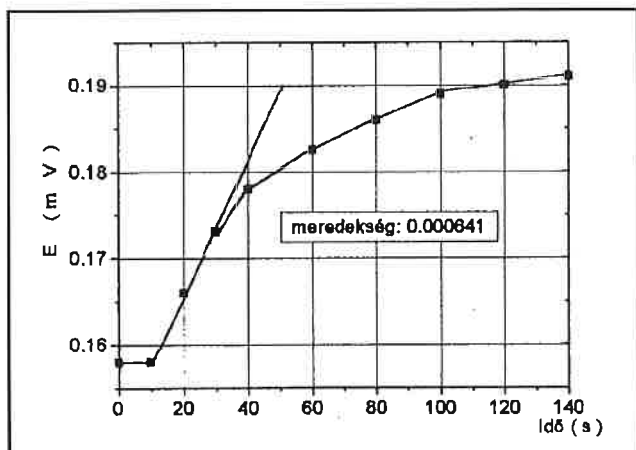
**Eredmények és értékelésük**

**A Cr(VI) álló oldatos, potenciometriás detektáláson alapuló meghatározása**

A meghatározást a kísérleti részben leírtak szerint hajtottuk végre. Mértük a redoxpotenciál változását az idő függvényében. 2 µg/ml Cr(VI) oldat beinjektálása esetén a jel alakját a 7. ábra szemlélteti. A potenciometriás mérés érzékenységét az alapoldat összetétele nagymértékben befolyásolja, ezért megvizsgáltuk, hogy a hidrogén-peroxid koncentrációjának változása milyen hatással van a potenciálváltozásra. Majd a legmegfelelőbb hidrogén-peroxid koncentráció mellett felvettük a kalibrációt.

**A hidrogén-peroxid koncentrációjának változása**

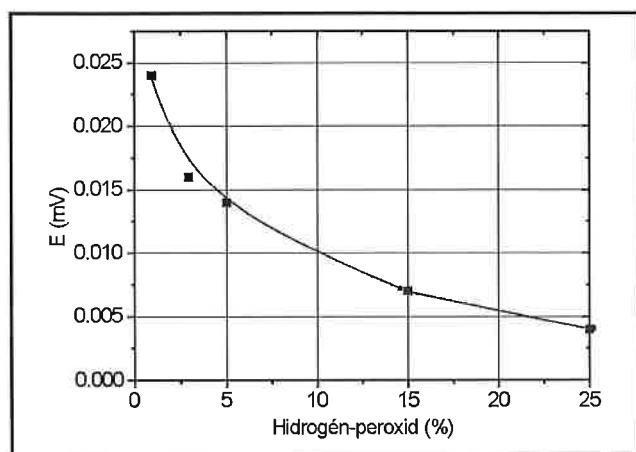
Mérésünk során vizsgáltuk a hidrogén-peroxid koncentráció változásának a meghatározás érzékenységére gyakorolt hatását. 1000 µl különböző koncentrációjú H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-dal mértük a maximális potenciálvál-



7. ábra. Idő-redoxpotenciál görbe, Cr(VI)=2µg

tozást. Minden esetben 100 µl 20 µg/ml Cr(VI)-ot adagoltunk. Az alapoldat többi komponense 5 cm<sup>3</sup> acetátpuffer és 100 µl 1%-os o-tolidin volt.

Az eredményeket a 8. ábra mutatja. Azt tapasztaltuk, hogy a meghatározás érzékenysége befolyásolható a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> koncentrációjának változtatásával. Minden esetben három párhuzamos mérést végeztünk és ezek átlagát számítottuk.



8. ábra. A H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> koncentráció változásának hatása

A 8. ábráról leolvasható, hogy a beadagolt hidrogén-peroxid koncentrációjának növelésével a detektorjel nagysága ( $\Delta E_{max}$ ) csökken. Az eredmények alapján a 3%-os hidrogén-peroxid használata mellett döntöttünk.

### Kalibráció álló oldatos, potenciometriás detektálással

A hidrogén-peroxid hatását figyelembe véve kalibrációs görbét vettünk fel az alábbi összetételű oldatban:

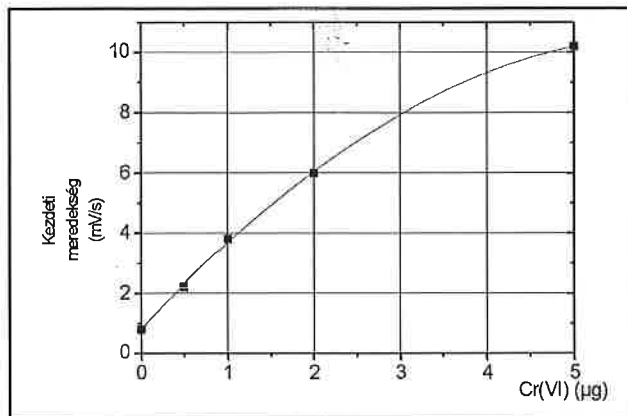
- 5 cm<sup>3</sup> acetátpuffer, pH=4
- 100 µl o-tolidin
- 100 µl 3%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Az eredményeket minden Cr(VI) koncentráció esetén három párhuzamos mérésekből számítottuk. A kalibráló oldatsorozatból 100 µl térfogatokat mértünk be.

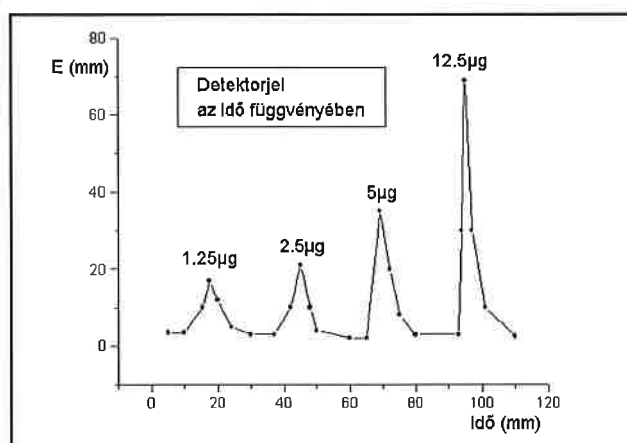
A felvett kalibrációs görbét a 9. ábra tartalmazza.

### A Cr(VI) áramló oldatos, potenciometriás detektáláson alapuló meghatározása

A meghatározást a kísérleti részben leírtak szerint hajtottuk végre. Mértük a maximális potenciálváltozást az idő függvényében. A redoxpotenciál időbeli lefutását FIA rendszerben különböző Cr(VI) koncentrációk beadagolása esetén a 10. ábra szemlélteti.

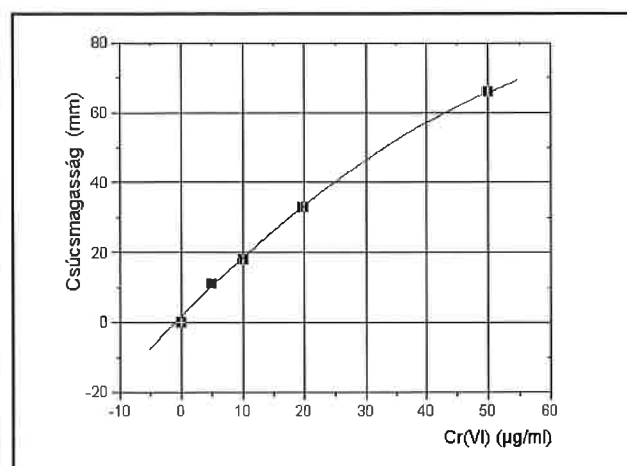


9. ábra. Cr(VI) kalibrációs görbe álló oldatos, potenciometriás detektálással



10. ábra. Redoxpotenciál időbeli lefutása különböző Cr(VI) mennyiségek beadagolás esetén FIA rendszerben

Az eredményeket minden Cr(VI) koncentráció esetén három párhuzamos mérésekből számítottuk. A felvett kalibrációs görbét a 11. ábra szemlélteti.



11. ábra. Cr(VI) kalibrációs adatok áramló oldatos, potenciometriás detektálással

### A minta Cr(VI) koncentrációjának a meghatározása

Analitikai alkalmazásként bőrgyári szennyvíz elemzését végeztük el, melynek Cr(III) tartalma jelentős a bőrök cserzése következtében.

A minta közvetlen elemzés és standard addíció alapján számított Cr(VI) tartalma 4,1 µg/ml.

Az eredmény arra enged következtetni, hogy a Cr(III) igen kis része

a szennyvízben oxidálódott. A Cr(III) koncentráció atomabszorpciós módszerrel (13) meghatározva 3098 µg/ml volt.

A munka az OTKA támogatásával készült (OTKA-száma: T016586)

## Irodalomjegyzék

1. K.B. Jacimirszkij: A kémiai analízis kinetikus módszerei, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1966.
2. Szebellédy L., Ajtai M.: Magy. Kém. Foly. 44, 99 (1938)
3. S.R. Crouch: Anal. Chim. Acta 283, 453 (1993)
4. S.R. Crouch, F.F. Cullen, A. Scheline, E.S. Kirkor: Anal. Chem. 70, 53R (1998)
5. Pungor E.: Analitikai kémiai laboratóriumi gyakorlatok I., Tankönyv Kiadó, Budapest, 1992.
6. V. Kabasakalis: Anal. Letters 26, 2269 (1993)
7. O. Jons, B. Nielsen: Analyst, 117, 637 (1992)
8. A.M. Dobney, G.M. Greenway: Analyst, 119, 293 (1994)
9. C. Torrance, C. Getford: Talanta, 34, 939 (1987)

10. J.L. Manzoori, M.H. Sorouraddin, F. Shemirani: Talanta 42, 1151 (1995)
11. Prokisch J., Kovács B., Győri Z., Loch J.: XXXVII. Magyar színképelemző vándorgyűlés. X. Magyar molekulaszpektroszkópiai konferencia előadásai, Kaposvár, 1994. VII. 3-6., 137-142.
12. Posta J.: Anyagvizsgálók Lapja 1, 35 (1999)
13. M.F. Fernandez, E. Graf Harsányi: Parameters influencing chromium speciation by AAS method. EUROANALYSIS IX. European Conference on Analytical Chemistry. Bologna (Italy) 1996. Sept. 1-7. Book of abstracts.
14. N. Jakubowski, B. Jenkins, D. Stuewer, H. Berndt: J. Anal. At. Spectrom, 9, 193 (1994)
15. D.T. Gjerde, D.R. Wiederin, F.G. Smith, B.M. Mattson: J. Chromatogr. 640 73 (1993)
16. H. Marchihart: Anal. Chim. Acta 30, 11 (1964)
17. K. Stein, G. Schwedt: Fresenius J. Anal. Chem. 352, 38 (1994)
18. S.P. Arya, A. Bansal: Fresenius J. Anal. Chem. 348, 772 (1994)
19. Almássy Gy., Kovács E.: Magyar Kémiai Folyóirat, 6, 182 (1954)
20. I. Yamane, H.A. Mottola: Anal. Chim. Acta, 146, 181 (1983)

## Tájékoztató szakmérnöki tanfolyamok indításáról

A Budapesti Műszaki Egyetem, Vegyészmérnöki Kar, szakmérnöki tagozat az analitikai kémia szak keretén belül 2000 tavaszi félévben három szakirányt kíván elindítani:

1. Műszeres analitika szakirány (MA)
2. Környezetvédelmi analitika szakirány (KVA)
3. Analitikai minőségbiztosítás szakirány (AMB)

A tanfolyam 4 féléves, 120 óra/félév, 1 nap/hét (hétfő), esetenként összevont gyakorlatokkal. A tanfolyam záródolgozat elkészítésével és vizsgabizottság előtt tett záróvizsgával fejeződik be. A tandíj összege a jelentkezők számától függően alakul, a tervezett összeg 80.000,- Ft/félév. **Jelentkezés 2000. január 31-ével bezárólag.** Az egyes szakirányok elindításáról a jelentkezők számának ismeretében döntünk.

Tájékoztatásul megadjuk az egyes szakirányokon oktatott fontosabb tárgyakat:

Tömegspektroszkópia	Minta-előkészítés	A környezetszennyezés forrásai
Molekulaspektroszkópia	Elektroanalízis	Környezetszabályozás
Atomspektroszkópia	NMR spektroszkópia	Hulladék elemzése
Minőség menedzsment	Monitorok	Légszennyezők meghatározása
Gyakorlati számítástechnika	Radioanalitika	Vegyszermaradványok meghatározása
Kemometria és statisztika	Méréstechnika	A minőségbiztosítás statisztikus módszerei
Laboratóriumok minőségbiztosítása	Felületanalitika	Kísérlettervezés
Kromatográfia	Röntgenanalitika	Adatkezelés, adatbázisok
Módszerek validálása	Víz- és talajszennyezők meghatározása	Műszaki jog

.....

*Jelentkezési lap, információ:* Dr. Pólos László c. egyetemi docens  
BME Ált. és Anal. Kémia Tanszék,  
1111 Budapest, Szt. Gellért tér 4.  
Telefon: 463-15-98 • Fax: 463-34-08

# Törésmechanika és anyagvizsgálat: A XX. század elfelejtett úttörői<sup>1</sup> – I. rész

Dr. H. P. Rossmann<sup>2</sup>

A közlemény a törésmechanika és anyagvizsgálat első kutatóinak munkáját tekinti át. Bemutatja a törésmechanika kialakulását Németországban és bemutatja az Osztrák–Magyar Monarchia területén Karl Wiegardt, Alfons V. Leon, K. Wolf, A. Smekal és P. Ludwik tevékenységét. Figyelemmel kísérhetjük G. I. Inglis és A.A. Griffith munkájával való összehasonlítást.

A közlemény rámutat arra, hogy ezen úttörő kutatók munkája – különösképpen az 1907-ben Wiegardt által a törésmechanika analitikus alapegyenleteinek a fejlődéséről írt cikke évtizedekkel megelőzött számos alapozónak ismert munkát. Wiegardt munkája valójában közvetlenül kapcsolódott valós tönkremeneteli esethez és Leon terjedelmes művét főleg mérnöki problémák megoldása vezérelte. Bemutatásra kerülnek azon okok, amelyek Wiegardt 1907-es alapvető cikkét – főleg az angolszász területen – mellőzték.

## Bevezetés

A törésmechanikát már az új kőkorszakban is hatékonyan alkalmazták, amikor felfedezték a kópatintásos technikát, amellyel többé kevésbé kifinomult szerszámokat készítettek békeidőre és háborúra egyaránt. A pengék, fejszék előállítását minimálisan a hogyan reped és hasad a kő tudását igényelte, de az már kétséges, hogy a modern ember eme korai leszámazottai megértették a törés mechanizmusát.

Az irodalomban számos olyan eseményt rögzítettek Európában a XII–XIII. században, amelyek törésre utalnak. A XIV. században az ágyúbronzok kezdetleges minőség-ellenőrzését és vizsgálatát úgy végezték el, hogy a feje tetejére állított megtöltött ágyút elsütötték, mire az felemelkedett a levegőbe. Ha a levegőből visszaérkező ágyúcsövön nem volt repedés vagy az nem tört el teljesen, elég szívósnak és biztonságosan üzemeltethetőnek minősítették. Ha azonban ez a dinamikus vizsgálat törött ágyúcsővel ért véget, akkor elrendelték a fegyver újraöntését.

A nyugati országokban az első történelmileg feljegyzett tanulmány [da Vinci keletkezten, Uccelli 1956], mely a törési szilárdsággal foglalkozott, Leonardo da Vinci nevéhez köthető, aki a vashuzalok szilárdságát tanulmányozta. Azt a vizsgálógépet, amely da Vincinek a Codex Atlanticusban található feljegyzéseiben van lerajzolva, Irwin és Wells értelmezték és magyarázták cikkükben [1965]. Leonardo különböző hosszúságú, de ugyanolyan vastag huzalokra koncentrált, Galileo Galilei [1683] pedig egyforma hosszúságú és különböző vastagságú huzalokkal foglalkozott. Ráadásul hajlításra illetve húzásra igénybevett márványoszlopok törését is tanulmányozta. Galileo kvázi-analitikus megközelítése vezetett a méretbeli hasonlóság gondolatához, amely – különösen a XIX. században – meghatározta a mérnöki tervezési kritériumok kifejlődését.

1650 körül XIV. Lajos, Franciaország királya a versailles-i kertjébe

<sup>1</sup> Az Anyagvizsgálók Lapjának 1999/3 számában „Joseph A. Kies és a feszültségintenzitási tényező a törésmechanikában” címmel érdekes, és a szakemberek körében is kevésbé ismert „sztori” jelent meg a szerző tollából (p.127-130.). E közlemény újabb adalékkal szolgálhat a szakmánk történetének alaposabb megismeréséhez, és egyben segítheti annak tudatosítását, hogy a közép-európai régió szakemberei jelentős szerepet játszottak a századforduló műszaki-technikai fejlődésében. A cikket magyar nyelvű közlésre előkészítette Dr. Tóth László, Bay Zoltán Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet.

<sup>2</sup> Vienna University of Technology, Institute of Mechanics

egy fényűző szökőkút megépítését rendelte el, és ezzel a munkával udvari mérnökét, E. Mariotte-ot bízta meg. Ezen feladat megoldása megkívánta a jelentős mennyiségű, nagy nyomású víz elszigetelését. Mariotte hengeres nyomástartó edényeken végzett kísérleteket, miközben az alakváltozást illetve a tartály megrepedéséhez szükséges nyomást mérte és megfigyelte, hogy közvetlen összefüggés áll fenn a nyomás és a kerületi megnyúlás között [1686]. Megállapította, hogy akkor reped meg a tartály, amikor a kerületi nyúlás egy bizonyos határon túllép. Ez eredményezte a maximális nyúlás (vagy maximális feszültség) kritériumként való alkalmazását a törési szilárdság becslésében.

## A XIX. század iparosítása és a professzionális anyagvizsgálat kialakulása

A XIX. századi iparosítási folyamatában a nyersvas és az acél felhasználása nagy jelentőségre tett szert. A mérnökök világának ezt a felgyorsult és részben szabályozatlan terjeszkedését a szerkezetek viszonylag nagy arányú tönkremenetele kísérte. Valójában a vasúti kocsik tengelyeinek és a síneknek a törése olyan megszokott dolog volt, hogy 1870-ben a brit *Engineering* mérnöki folyóirat heti rendszerességgel közölt vasúti katasztrófákról szóló statisztikát. Ez a helyzet a közvélemény fokozott figyelmét irányította a vasúti szállítás és a hidak biztonságára. Ennek eredményeképpen a mérnököket nagyobb felelősségvállalásra készítették annak érdekében, hogy ehhez a sajtósághoz alkalmazáshoz megfelelő acélt találjanak és ez a felhasználás szempontjából lényeges mechanikai anyagtulajdonságok pontos meghatározását igényelte. A Krupp Művek által legyártott ötvöztött acél melegtörekenysége Németországban először 1870 körül bukkant fel és ezzel felerősödött annak igénye, hogy az acélok törési minőségének tanulmányozására vizsgálati technikákat fejlesszenek ki [Todhunter és Pearson 1886]. Európában nagyszámú anyagvizsgáló laboratóriumot nyitottak, melyek között az egyik legfigyelemreméltóbbat David Kirkaldy 1865-ben létesítette Londonban [1864].

Kirkaldy eredményei számos más országbeli kollegáinak eredményeivel együtt fémjelezték az acélok bemetszett próbatesten való ütővizsgálatának kezdetét. Az öntöttvas és acél ütővizsgálatát széles körben használták a XIX. század végén, mert ezek a vizsgálatok jól mutatták az acélokban a szívós-rideg átmeneti hőmérsékletet és ezzel hozzájárultak a hőkezelés ellenőrzéséhez. Az ütőigénybevételrel és a töréssel szemben való méretezést pusztán a gyakorlatban tapasztalt törési esetekre alapozták.

1909-ben P. Ludwik [1909] javasolta azt az elméletet, amely segítette megmagyarázni a bemetszett próbatesten növekvő hőmérsékleten mért ütőmunka hirtelen növekedését. Ludwik munkáját a későbbiekben részletesen tárgyaljuk.

## L. Prandtl és a korabeli elképzelések a képlékeny alakváltozásról

Ludwig Prandtl 1875. február 4-én született a bajorországi Freisingben, gimnáziumi tanulmányait Freisingben illetve Münchenben folytatta és felsőfokú végzettségét a müncheni Technische Hochschule-n szerezte mielőtt anyagvizsgáló laborjában A. Föppl segítése lett. 1903-ban a hannoveri Technische Hochschule-n tanítva elnyerte az egyetemi docensi címet. 1907-ben professzor lett a Göttingeni Egyetemen, ahol [1903] publikálta híres membrán analógias érvelését a csavarás problémájához. E munkában egy szappanhártyát felhasználva megmutatta, hogy a feszültségeloszlásra vonatkozó minden információt kísérletileg



résében). Wieghardt ez idő alatt írta meg híres, de majdnem elfelejtett törésmechanikai alapművét, melynek címe: *Rugalmas testek hasításáról és repesztéséről*. Később, 1907. augusztus 1. – 1911. december 11. között egyetemi rendes tanár volt a hannoveri Technische Hochschule-n.

Ebben az időben üresedett meg a Bécsi Műszaki Egyetem mechanika professzori állása és a meghívott lehetséges jelöltek listáján két név maradt: első helyen L. Prandtl, a második helyen K. Wieghardt. Végül is Bécsben, 1911. december 1-től Wieghardt-ot jelölték ki professzornak a császári és királyi Bécsi Műszaki Egyetemre, ahol rendes fizetésként 6400, kiegészítéseként 1840 koronát kapott, illetve még 800 koronát a Kultúrtechnikai Karon a mechanika oktatásért és vizsgadijként. A 2. ábra a Kultúrtechnikai Kar diákjainak szóló mechanika könyvének saját kézírású előszavát mutatja.

Wieghardt 1920. október 21-én lemondott pozíciójáról és elfogadta a Drezdai Műszaki Egyetem állásajánlatát. Valójában 1920 nyarán hagyta el Bécsset, mielőtt az őszi félév megkezdődött. A Bécsi Műszaki Egyetem levéltárában fellelhető levelezéséből [Wieghardt 1920] tudjuk, hogy még a nyáron elköltözött Bécsből, hogy több ideje legyen új otthon találni. Levelében elnézést kér kollégáitól, hogy nem volt alkalma elköszönni tőlük. Drezdában tanítás közben, 1924. június 10-én érte a halál.

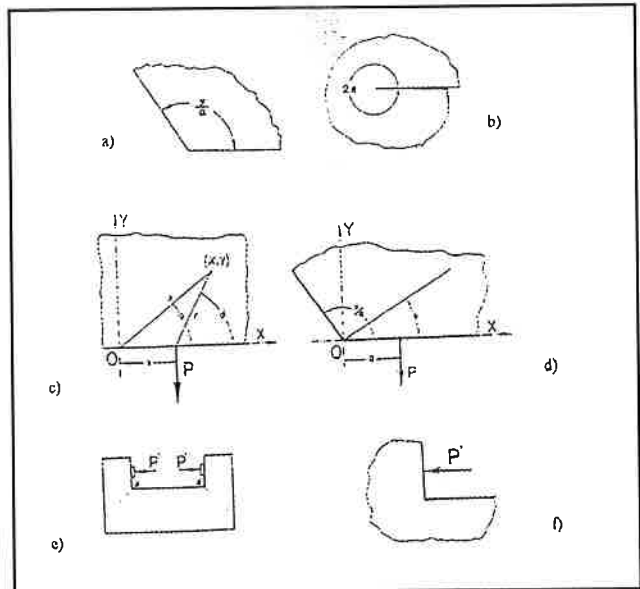
Abban az időben, amikor Wieghardt a császári és királyi Bécsi Műszaki Egyetemen levő állásra pályázott, tudományos publikációs listája nem volt hosszú, de a mechanika területén tökéletes szakmai hozzáértésről tanúskodott. A Göttingeni Egyetemre benyújtott doktori disszertációjának a címe ez volt: *Terheletlen rudakból álló sík tartók statikájáról* [Wieghardt 1903]. A habilitációs dolgozata *A rugalmasságtan elméletének határaitól* szöveg [Wieghardt 1904]. *A feszültségi felületekről és a reciprok ábrázolásról* című harmadik írásában társszerző volt Felix Klein, a híres matematikus [Wieghardt és Klein 1905]. További írásai a *Statikailag nagy fokozatú tartók túlterheléséről* [Wieghardt 1906], a *Rugalmas testek hasításáról és repesztéséről* [Wieghardt 1907] és még néhány témáról szöveget. Az utóbbira említett írása miatt tarthatjuk Wieghardt-ot a törésmechanika úttörőjének. Ezt az írást a következő fejezet részletesen tárgyalja.

A törésmechanikával foglalkozó szakmai közösség Wieghardt szerepét nem pontosan ismerte fel. Ennek számos oka lehet. A fő ok azonban valószínűleg az volt, hogy az újság, amiben a publikáció megjelent, 1922-ben megszűnt. A. A. Griffith írásának megjelenése a híres Londoni Királyi Társaság Kiadványaiban (Proceedings of the Royal Society of London) nagy elismerése volt Wieghardt munkájának. Ez utóbbi cikk olyan folyóiratban jelent meg, amely a maga korában széles körben ismert volt – így természetesen a német ajkú országokban is. Ráadásul az a tény, hogy Wieghardt írása németül jelent meg és ezért nehezen érthető bármely nem német tudós számára, szintén nem segítette az elismerését. Ismereteim szerint az elmúlt 30 év egyetlen hivatkozása Wieghardt történelmi és kulcsszerepet betöltő írására egy német könyv – George Hahn: *Elastizitätstheorie (Rugalmasságtan)* [1985], *Kaiserslautern* lábjegyzetében található. Ez a lábjegyzet felkeltette jelen szerző figyelmét és angolra fordította Wieghardt írását, hogy az nemzetközileg is ismertté váljon az olvasók előtt. Sheffieldből Prof. Keith Miller megerősítette, hogy a Wieghardt írásának angol fordítása az FFEMS folyóiratban jelent meg [Rossmann 1995 a, b].

## Wieghardt 1907-es munkája

Wieghardt 1907-ben, míg a braunschweig-i Herzogliche Technische Hochschule-n tanított, egy alaposan kidolgozott tanulmányt tett közzé a bemetszés csúcsa körül kialakuló feszültségmezőről (3.a ábra). Az eredeti német cím: *Über das Spalten und Zerreißen elastischer Körper* és a *Zeitschrift für Mathematik und Physik*-ben jelent meg [55 (1-2): 60-103]. Az írás a következő részekből áll: bevezetés, két fejezet és egy függelék a megoldás unikalitásáról. A repedés speciális esetét (3.b ábra) részletesen is tárgyalja.

Az elméleti fejtegetés Sommerfeldnek a Boussinesq-feladatot megoldására vonatkozó egyik speciális feltételezésén nyugszik arra az



3. ábra. A bemetszési feladat.

a) A bemetszési tartomány geometriai elrendezése, a  $\pi/\alpha$  szög.

b) A repedés geometriai elrendezése

c) és d) Koordináta rendszer a Sommerfeld-feltételhez.

e) Bach görgőcsapágy feladata.

f) A repedésnyílás iránya a normál irányú koncentrált erő hatására. esetre, amikor egy  $P$  pontszerű terhelés merőlegesen hat egy félsík felületére. Sommerfeld elgondolása az, hogy a  $\Delta F = 0$  biharmónikus egyenletet peremérték feladatát át kell alakítani egy  $\Delta \Phi$  típusú egyszerűbb peremérték feladattá ( $F$  Airy-függvényt jelöl,  $\Delta$  pedig a Laplace-operátor). Sommerfeld a következő speciális feltételt javasolja:

$$\Phi = \Delta F = -\frac{P}{i\pi} \left[ \frac{1}{\zeta - a} - \frac{1}{\eta - a} \right] \quad (1)$$

ahol  $\zeta$  és  $\eta$  a bemetszés polárkoordinátái (3.d ábra)  $a$  az origónak az erő támadáspontjától való távolsága (lásd a 3.c és d ábrákat). Egy tetszőleges bemetszés tartományra Wieghardt a formulát a következőképpen általánosítja:

$$\Phi = \Delta F = -\frac{\alpha P}{i\pi} \left[ \frac{\zeta^{\alpha-1}}{\zeta^\alpha - a^\alpha} - \frac{\eta^{\alpha-1}}{\eta^\alpha - a^\alpha} \right] \quad (2)$$

ahol  $\pi/\alpha$  a bemetszés tartomány nyílásszögét definiálja és azt mutatja meg, hogy ez a függvény kielégíti a megfelelő peremfeltételt és a nyílásszög  $\pi$  minden egész számú többszörösénél megoldását adja a feszültségi feladatnak.

Itt Wieghardt Venskének [1901] a bemetszési problémára vonatkozó korábbi megközelítését tárgyalja és arra a következtetésre jut, hogy Venske megoldása a végtelenben nem elégíti ki a feszültségi feltételeket.

A repedéscsúcsban megjelenő végtelen feszültségek tárgyalása után Wieghardt hengerkoordinátákkal  $(\rho, \Psi)$  vezeti le a  $P$  hasító erőpár esetében, a statikus repedés körül kialakuló teljes feszültségmezőt és itt jegyzi meg a fontos  $1/\sqrt{\rho}$  szinguláritást:

$$\begin{aligned} \sigma_\rho + \sigma_\Psi &= \frac{P}{\pi} \frac{1}{\sqrt{a\rho}} \sin \frac{\Psi}{2} \\ \sigma_\rho - \sigma_\Psi &= \frac{P}{\pi} \frac{1}{\sqrt{a\rho}} \frac{1}{2} \sin \Psi \cos \frac{\Psi}{2} \\ \tau_{\rho\Psi} &= \frac{P}{\pi} \frac{1}{\sqrt{a\rho}} \frac{1}{4} \sin \Psi \sin \frac{\Psi}{2} \end{aligned} \quad (3)$$

Wieghardt ekkor azt javasolja, hogy ezen egyenleteket annak a kérdésnek a megválaszolására használjuk, hogy  $P$  erő esetén mekkora



a repedés szilárdsága. Wieghardt felteszi a kérdést: „Adott szilárdsági tulajdonságú rugalmas anyagunk esetén mekkora erő kell az anyag eltöréséhez? És folytatván, hol és melyik irányban indul meg a törés?”

Az első kérdést illetően Wieghardt bevallja, hogy ő nem ismeri a választ (mint ebben az időben senki sem) a repedéscsúcsban már elenyészően kicsiny tetszőleges  $P$  terhelés hatására fellépő határtalan feszültség miatt. A klasszikus feszültséghipotézist hibáztatja ezért, de arra következtet, hogy a törés, ha bekövetkezik, a repedéscsúcsban következik be. Ezután az  $1/\sqrt{\rho}$  végtelenbe futó tényezőt javasolja figyelmen kívül hagyni és úgy vélekedik, hogy a repedéskeletkezés irányát innentől kezdve a szokásos feszültséghipotézis szabja meg. Mohr szerint [1906] rugalmas anyagban alapvetően kétféle feltevés létezik a repedés terjedés irányára vonatkozóan: a *nyírófeszültség hipotézis* és a *húzófeszültség hipotézis*. Wieghardt részletezi is: a kovácsoltvas szívós viselkedésének leírására megfelelőbbnek látszik a nyírófeszültség hipotézis, míg az öntöttvas rideg viselkedése a húzófeszültség hipotézissel lehet összefüggésben.

Wieghardt ezután a maximális nyíró- illetve a maximális húzófeszültség kifejezéseket használja a lehetséges repedés terjedési irányok leírására és néhány terjedelmes levezetés után arra a következtetésre jut, hogy:

„Bemetszett anyagunkra a nyírófeszültség hipotézis érvényességét feltételezve az elméleti feszültségeloszlás ismerete nem teszi lehetővé a [kritikus] (ford.) terhelés meghaladtával a repedés megindulás irányának kiszámítását és nem lehetséges a további repedés vonalának meghatározása.”

Folytatva a gondolatmenetet:

„Ha feltesszük, hogy a húzófeszültség kritérium érvényes, akkor az eredmények kellemesebbek.”

Gyakorlatilag felismeri, hogy húzófeszültség kritérium egyetlen lehetséges irányt ad a repedés keletkezésére:

„...az anyag túlterhelésekor, a repedés a repedési vonallal párhuzamosan keletkezik, azonkívül ha a repedésnek tovább kell terjedni, akkor a törés abba az irányba következik be, amelyet a repedés kijelöl, mert repedés után ugyanazok a viszonyok uralkodnak.”

A fejezet végén Wieghardt megemlíti a következő feltételt:

$$\frac{Q}{8\pi} \left[ \frac{\zeta^{1/2}}{\zeta^{1/2} - a^{1/2}} + \frac{\eta^{-1/2}}{\eta^{1/2} - a^{1/2}} \right] \quad (4)$$

mely a  $P$  helyén ható  $Q$  érintőleges erő esetében a repedési feladat feszültségeloszlásának felel meg.

Wieghardt, írásának második részében az új elméletét a görgőscsapágy görgőkösarának törési problémájára használja. Bach [1902, 1905] által korábban végrehajtott kísérletsorozatból már ismert volt, hogy a görgőkösár a  $a$  és  $a$  sarokpontokban törik (lásd: a 3.e ábrát), ha ehhez megfelelő túlterhelést kap. Wieghardt úgy érvel, hogy Bach eredeti („szokásos”) módszere mind a kritikus feszültségre, mind a törés megindulás irányára nézve „rosszul egyezett meg a valósággal.”

Wieghardt a lényegét tekintve háromdimenziós problémát sík feladatként kezel és a 3.f ábrán látható beékelődő sarok problémájára összpontosít. A görgőscsapágy feszültségi rendszerét először szintén egyetlen erő figyelembevételével egyszerűsíti le.

Az írás egyik fénypontja annak a módszernek a kifejlesztése, mely az aszimmetrikusan terhelt bemetszési tartományt egyetlen normál irányú  $P$  erővel terhelt tartományra váltja át.

Néhány oldalas hosszú számítás után Wieghardt eredeti cikkében újabb törésmechanikai fényponthoz érkezik. „A bemetszés csúcsa körül kialakuló feszültségmező tulajdonságairól” c. fejezetben Wieghardt megjegyzi, hogy: „milyen kellemetlen, hogy az alternáló módszer éppen ott nem működik, ahol a legjobban szükség lenne rá.”

Majd így folytatja: „minden valószínűség szerint, de legalább azokra a bemetszési tartományokra, ahol  $\alpha < 1$  a sarokban levő feszültségeket két függvény szorzatára lehet felosztani egyik a  $\Psi$  szögkoordináta, a másik a  $\rho$  sugár hatványa:

$$F(\rho, \Psi) = \rho^n f(\Psi) \quad (5)$$

$$F(\rho, \Psi) = \rho^n [A_1 \cos n\Psi + A_2 \cos(n-2)\Psi + B_1 \sin \Psi + B_2 \sin(n-2)\Psi] \quad (6)$$

A szerző jelenleg mellőzi a felbontás pontos bizonyítását...”

Wieghardt ezután az (5) és (6) egyenleteket használja  $P$  és az azzal analóg  $Q$  nyíróerő meghatározására és az alábbi következtetésre jut:

„Általában, egy bemetszés környezetében a koncentrált normál erők által keltett feszültségek korlátozatlanosságuk mértékében különböznek azoktól a feszültségektől, amelyeket érintő irányú erők keltettek; a normál irányú erőhöz a két gyök kisebb értéke tartozik. Így, amikor összehasonlítjuk a normál és érintő irányú erőket, akkora normál irányú erőnek magasabb rendű szingularitása van a bemetszés csúcsában. A helyzet hangsúlyozottabbá válik azokra a tartományokra, amely a fél-sík és a  $tg(\pi/\alpha) = \pi/\alpha$  közé esik, ahol csak a normál irányú erők által keltett feszültségek lesznek végtelenül nagyok, az érintő irányú erőkből származóak nem. Repedés esetében mindkét feszültségrendszer korlátlanul válik a repedéscsúcsban.”

A váltakozó módszer gyakorlati alkalmazásáról szóló fejezetben Wieghardt tájékoztatja az olvasót, hogy „A beszöggelő (konkáv) sarok esetében a szerző végrehajtotta a váltakozó módszer számításait. Az összekapcsolt analitikus-grafikus módszer bizonyult a leghatékonyabbnak.”

A grafikus rész az integrálásra vonatkozott. Wieghardt számításai megmutatták, hogy a  $P$  normál irányú erőnek kitett beszöggelő sarok esetében a sarokban uralkodó feszültségnek a végtelenbe kell tartania  $\rho^{-0.45}$  fokon. Azt is elárulja az olvasónak, hogy éppen ezek a számítások vezették rá az (5) egyenlet érvényességének javaslatára.

Wieghardt Bach görgőscsapágy feladatának repedés keletkezési problémájával, azaz a beékelődő sarok feladatával zárja ezt a fejezetet. Az előzőekhez hasonlóan a maximális nyírófeszültség és maximális húzófeszültség hipotézist alkalmazza és a számításokat ezzel a konklúzióval zárja: „Mindenesetre azok az eredmények vannak összhangban Bach kísérleteivel, amelyek a maximális húzófeszültség hipotézist alapul véve érvényesek a törés keletkezésére.”

A cikk a megtalált megoldás unikalitásáról írt függeléssel zárul és tisztázza azokat a körülményeket és feltételeket, amelyek az erők végtelenben való elhalálásához szükségesek. A jegyzetek és a referenciák Love: *Értekezés a rugalmasságtan matematikai elméletéről* c. könyvére [Az 1926-os könyv első kiadása], Airy-től származó két cikkre, egy J.H. Michell cikkre és négy német kutató által, németül írott referenciára utalnak.

### Wieghardt 1907-es munkája után

Wieghardtnek a rugalmas testek hasításáról és repesztéséről írt publikációja egyszeri kiadást ért meg. A folyóiratot hamarosan (1922-ben) megszüntették és a cikk terjedéséhez nem volt megfelelő, hogy német nyelven íródott. Ráadásul az a tény, hogy Wieghardt, A. Sommerfeld tanítványaként és Felix Klein munkatársaként önmagát nem tekintette ipari feladatokat megoldó gyakorló mérnöknek, nem szerzett neki gyakorlati szakembernek járó hírnevet.

A jelen közlemény szerzője ugyanakkor úgy gondolja, hogy 1907 körül a törési problémák megoldásához a nagy, ipari törések és az ezt követő ipari hajtóerő hiányzott. Ez csak mintegy 40-50 évvel később következett be, amikor G.R. Irwin a mérnöki szemlélet „helyes” stádiumába érkezett, ami elősegítette a törésmechanikának, mint mérnöki megközelítésnek a kifejlődését.

Érdekes azonban megjegyezni, hogy Griffith 1920-as cikke nagyon hamar széles körben ismertté vált és számos bécsi és egyéb kutató gyorsan válaszolt a publikációjára. Másfelől a német nem volt teljes mértékben egzotikus nyelv abban az időben, hiszen például Prandtl és Einstein munkái is németül jelentek meg. Valójában Griffith és Taylor [1917] ismerték Prandtl cikkét [1903] a szappanhártya analógiáról.

Wieghardt 1907-es úttörő cikke úgy látszik, hogy nem játszott jelentős szerepet a törésmechanikának, mint mérnöki megközelítésnek a

kifejlődésében és a szerzőnek sem követték újabb írásai ezen a területen. Csak találgatni lehet, mi történt volna akkor, ha az Első Nemzetközi Mechanikai Konferencia kevéssel azután kerül megrendezésre, hogy Wieghardt befejezte a cikkét és azt a nemzetközi szakmai közönség előtt előadhatta volna.

Bár nem gyűjtötte meg azt a fáklyát, ami elvezetett a törésmechanika megalapításához, mindazonáltal Wieghardt cikke – sőt mi több – tanári munkássága a Bécsi Műszaki Egyetemen fontos volt néhány osztrák professzornak, akik az anyagvizsgálat és mechanika területén dolgoztak.

## Alfons Leon

Alfons Vincenz Leon (4. ábra) 1881. szeptember 9-én a Habsburg Birodalomhoz tartozó dalmáciai Ragusaban született, ahol apja államosított. Általános iskoláját az innsbrucki és meráni általános iskolákban, középiskoláit pedig az innsbrucki Állami Főreálgimnáziumban folytatta, ahol baccalaureatusi fokozatot nyert el 1898-ban. Felsőfokú tanulmányait a Bécsi Műszaki Egyetem (TH) Kulturmérnöki Karán végezte, ahol 1905. február 18-án summa cum laude minősítéssel szerzett doktori fokozatot. Az 1903–1916 közötti időszakban különböző pozíciókat töltött be a TH-n, a Technológiai és Ipari Múzeumban és a Bécsi Agráregyetemen. Adjunktus lett az Általános és Gyakorlati Fizikai Tanszéken az 1903. október 1-től 1905. szeptember 30-ig terjedő időszakban [AVTU 1903]. A császári és királyi alsó-ausztriai helytartóság egy 2400 koronás éves és külön 600 korona díjra jelölte az 1909. május 1. – 1911. április 30. időszakra [AVTU 1909].



4. ábra. A. V. Leon (született: 1881. szeptember 9., Ragusa, Osztrák-Magyar Monarchia – meghalt: 1951. május 30., Bécs, Ausztria) a rugalmaságtan problémáin dolgozott és egy egyesített húzó-nyíró törési kritériumot dolgozott ki.

Ipari és kereskedelmi szakértő volt Bécsben, nevezetesen az Osztrák Állami Vasutaknak dolgozott. Az 1916–1918 közötti időszakban a mai Cseh Köztársaság területén levő Brno-i Német Műszaki Egyetemen tanított. 1918–1934-ig a Grazi Műszaki Egyetem mechanikai technológiai laboratóriumának volt a vezető professzora. 1906-ban a 400 aranykoronával járó Lielegg utazási ösztöndíjat nyerte el, 1908-ban az Osztrák Mérnök- és Építész Társaság a Ghega-díjat adományozta neki, és még ugyanebben az évben az Osztrák Oktatási Minisztérium anyagilag támogatta Leon amerikai kutatóútját. Így lehetősége volt megismerkedni német, svájci, francia, angol, amerikai, holland, dán, olasz anyagvizsgáló laboratóriumok munkájával. Leon megnősült, két lánya született, akik orvosok lettek és orvosokhoz mentek feleségül. Leon folyékonyan beszélt németül, angolul, franciául, olaszul és számos idegen nyelven megjelent cikket fordított németre folyóiratok és szaklapok széles olvasóközönsége számára.

Leon szenvedélyes és direkt beszédmódja jó néhány hivatalnokkal és kollégával való nézeteltéréshez vezetett és végül más-más helyre való átköltözésével végződött. A Grazi Műszaki Egyetemen dolgozva Leon megalapította az anyagvizsgáló laboratóriumot és több mint 2000 ipari projekt kísérleteit folytatta le, ill. irányította. A nemzeti-sovinizta és antiszemita mozgalommal való szembenállása a 20-as évek végén

Leont azonban az egyik napról a másikra a politika felé fordította és elkerülhetetlenné tette a nyugalomba vonulását. A vizsgázókhöz való politikamentes, szigorúan objektív hozzáállását (a tudás és a lelemény sokkal fontosabb volt, mint a politikai nézet és a haditettek illetve kiténtetések) pontosan ismerték az uralomra törők. Amikor 1934-ben a Leobeni Bányászati Egyetemet és a Grazi Műszaki Egyetemet egyesítették, Leon állása áldozatul esett a kérérlhetetlen takarékoskági programnak és ezért nyugdíjba kellett vonulnia.

Ez azonban nem törte meg szerfeletti munkavágyát. Sok szakfolyóirat munkatársaként folyamatosan dolgozva jegyzetek és beszámolók ezreit írta az 1943–1945 közötti időszakban, amikor a hivatalos tanítástól és kutatástól nyugdíjazták, de szabadúszó íróként számos szakfolyóiratnál tovább dolgozott.

Leonnak, aki megtagadta az NSDAP tagjainak sorába való belépést, 1943–45 között a Reichsluftfahrtministerium-nak (a Német Birodalom Légügyi Minisztériumának) kellett dolgoznia, körülvéve olyan munkatársakkal, akik mind tagjai voltak az NSDAP-nek az SA-nak vagy az SS-nek. Leon az önéletrajzában azt vallja, hogy ennek a – Térképészeti Részleg által rendelt – munkának nem volt köze a háborúhoz. A második világháború után rehabilitálták és felajánlottak neki egy professzori állást az anyagtudomány területén a Bécsi Műszaki Egyetemen (Műszaki Főiskolán). Azt az intézetet bízták gondjaira, melyet néhai barátja P. Ludwik professzor alapított. A szerkezeti anyagok és szerkezetek kutató- és vizsgálólaboratóriumainak nemzetközi szövetsége által rendezett 5. kongresszusa (1951. április 30.– május 5.) után a Madridból hazafelé tartó repülőúton tüdőgyulladást kapott, amely végzetesnek bizonyult és Leon professzor halálához vezetett 1951. május 30-án. [Slattenscheck 1922,1965; Girkmann 1951.]

## Alfons Leon munkája

Leon első, törésekről szóló közleményét a forgó tárcsák azon vastagsági kialakításának szentelte, mely egyenértékű töréshez vezet. Kiszámította a feszültségmezőt forgó tömör tárcsák és gömbök esetén, valamint központosan kilyukasztott tárcsák és középen üreget tartalmazó gömb esetén.

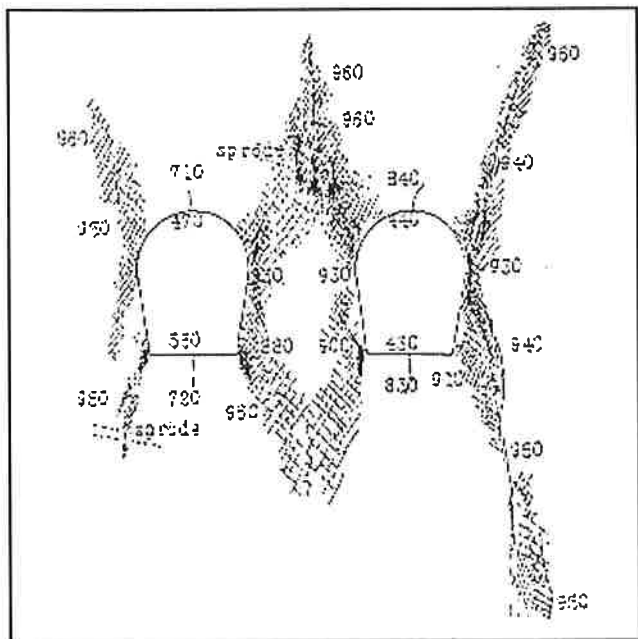
A közlemény számos törési hipotézist tartalmazott, beleértve azokat, melyek kritikus feszültségen, alakváltozáson vagy energián alapultak. Az energián alapuló feltételezés L. von Tetmajernek köszönhető, aki az 1901-ben létrejött, a Bécsi Műszaki Egyetemhez tartozó Anyagvizsgáló és Kutató Laboratórium alapítója volt\*. Tetmajer javasolta, hogy a töréssel szembeni ellenállás jellemzőjeként a különböző anyagok munkavégző képességét használják: minél nagyobb egy anyag munkavégző képessége, annál több munkát kell befektetni külső erők által az anyag töréséhez. A továbbiakban így magyarázza: „A munkavégző képesség abszolút értéke közvetlenül kapcsolódik az anyag szívósságához, rideg anyagok esetén kisebb, szívós anyagok esetén nagyobb.” [Leon 1907].

A. V. Leon elfoglalt utazó volt. Az 1906–08-as időszakban vasúti sínekhez kapcsolódó problémák megoldásán dolgozva szembekerült olyan nehézségekkel, melyekkel eredetileg a svájci alagútépítő mérnököknek kellett szembenézniük a Simplon-alagút tervezésénél. Leon korai publikációi a kör alakú lyukak és gömbszerű üregek által előidézett feszültségek számításával [Leon 1908a,b; Leon és Willheim 1910,1912; Leon 1912] és a károsodás kialakulásával foglalkoztak az ikeralagutak környékén [Leon és Willheim 1913a,b].

Ezek igen nagy jelentőségűek voltak és számottevő hatást gyakoroltak az alagútépítésre. Az eredeti közleményből származó 5. ábra [Leon és Willheim 1914c] komoly hatadások rendszerét mutatja egy ikeralagút körül. Leon 1909-ben Németországban több fegyvergyárat, Németországban, Svájcban és Franciaországban számos anyagvizsgáló laboratóriumot meglátogatott, tanulmányozott.

\* Jelenlegi vezetője: Prof. Thomas Varga, akit diákjeveinek egy része Miskolchoz, az akkor még Nehézipari Műszaki Egyetemhez köt.

Leon 1909-ben részt vett az V. Nemzetközi Anyagvizsgálati és Technológiai Konferencián Koppenhágában valamint a VI. ICMT-n New York-ban és Washingtonban. Ekkor meglátogatta az Egyesült Államok keleti partvidékét és ott töltött hét hetet. Philadelphiában meglátogatta a híres, anyagvizsgáló eszközöket gyártó Olsen Co. vállalatot. Tapasztalatairól jelentést kellett írnia Alsó-Ausztria Tartományi Kereskedelmi Kamarájának, amit meg is tett. Ezen jelentések egyikét P. Ludwikkal közösen írta, aki az egyik legjobb barátja volt. Leon 1912-ben visszatért az USA-ba három hétre, hogy megnézzzen számos gyárat és intézetet New York-ban, Pittsburgh-ben (a Carnegie Steel Company-t, a Homestead Steel Works-t, a National Tube Company-t, az U.S. Mines Bureau-t, a Bureau of Standards-t, a Westinghouse Electric Manufacturing Company-t, és sok másikat), Buffalo-ban (a Niagara Falls Power Company-t,...) és Washington D.C.-ben (a Bureau of Standards-t).



5. ábra. Károsodási mintázat, mely egy egytengelyű nyomófeszültségnek kitett dupla vágat körül alakul ki (túlterhelés hatására) [Leon és Willheim 1914c].

Az 1913 és 1926 közötti időszakban Leon gyakori látogatója volt majdnem az összes anyagvizsgáló laboratóriumnak Németországban és a környező országokban. Életrajzának egyik kiegészítésében, melynek a Studienreisen (Tanulmányutak) címet adta, Leon ismerteti az olvasót az utazásairól, melyek nemcsak a műszaki, hanem a művészeti élményeket is magukba foglalták.

Leon tetemes időt szentelt olyan problémák megoldására, melyek bemetszési feszültségekhez [Leon és Ludwik 1909], valamint kilyukasztott és bemetszett lemezszalagokban [Leon és Willheim 1914a,b], kompozitokban [Leon 1909a,b,c], húzott rudakban [Leon és Willheim 1914a] kialakuló feszültségeloszláshoz kapcsolódtak. Kollégáival együtt 1913-ban különösen érdekes közleményt publikált üvegek és kerámiák vizsgálatáról: az egyiket P. Fillunger-rel közösen üveghengerek [Leon és Fillunger 1913], a másikat H. Linderrel közösen belső nyomásnak kitett kerámiacsövek vizsgálatáról [Leon és Linder 1909]. Érdekesség P. Fillungerrel kapcsolatban, hogy évekkal később a talajmechanika alap-egyenleteinek helyes megadásán versengett Terzaghi-val és végül – felismervén egy súlyos hibát saját elméletében – feleségével és kutatósainak kezdeményezőjével együtt öngyilkosságot követett el.

Leon hozzájárulása a bemetszési feszültségek elméletéhez – amely abban az időben a rugalmasságtan és az anyagok szilárdságának egyik legfontosabb kérdése volt – maradó. Ismert volt, hogy az alkatrészekben a hirtelen keresztmetszet- és geometria-változások csakúgy mint az anyagi inhomogenitások nagyon nagy helyi feszültségnöveke-

dést eredményeznek. Ezeket a feszültségváltozásokat tették felelőssé a törés bekövetkezésért különösen ciklikus terhelés esetén szívós anyagoknál, valamint a törési feszültségnél jóval kisebb feszültségek esien rideg anyagoknál. A gyakorlatban alkalmazott tervezési képletek nem vették figyelembe ezeket a feszültségtorlódásokat. Leon érdeme nemcsak az volt, hogy hangsúlyozta ezeknek a feszültségeknek a fontosságát, hanem az is, hogy néhány jelentős bemetszési problémára zárt alakú és közelítő megoldásokat dolgozott ki. Megoldotta a gömb alakú üreg környezetében létrejövő feszültségváltozás problémáját [Leon 1908a; Leon és Willheim 1915].

Lyukas testekben keletkező bemetszési feszültségekről szóló munkája alapján Leon tanulmányozta a fedőközet-nyomásnak és oldal irányú terhelőfeszültségeknek kitett kör alakú alagutak körül létrejövő alakváltozást és károsodást. Ez a munka nemzetközileg is ismertté és elfogadottá vált, és Leon erősen elkötelezte magát az alagútépítéssel és ennek problémáival. A Simplon ikeralagút tervezése váratlanul komoly nehézségeket vetett föl tekintettel az állandó feszültség egyensúlyra a két alagút közötti területen. Leon 1913-ban gondosan tanulmányozta a problémát és számos ezzel kapcsolatban kísérletet végzett. Kiderült, hogy a meghatározó paraméter az alagutak két tengelye közötti távolság, és ez a paraméter szabályozza a falban ébredő túlzott nyomóigénybevétel megjelenését, ill. az okozott károsodások sorozatát [Stini 1950].

A vasbeton kifejlesztése és növekvő ipari felhasználása természetesen sok kutató figyelmét felhívta a rugalmas zárványok – pl. a beton mátrixba ágyazott acél – körüli feszültségtorlódási problémákra. Ez a munka Leon bemetszési feszültségekről szóló munkájának közvetlen kiterjesztése volt kompozitokra [Leon 1909a,b,c]. Leon volt az, aki felhívta a mérnökök figyelmét az alakváltozás rugalmasságtanban használt definíciójának különbözőségére attól, amely a logaritmikus alakváltozáson alapul [Leon 1908c].

Későbbi munkájában Leon hozzájárult a beton szilárdságáról szóló hipotézis tisztázásához [Leon 1933], javasolva a határállapotokat tükröző burkológörbe parabolikus alakját. Ez lehetővé tette Leonnak, hogy megmagyarázza azt a tényt, miszerint a rideg anyagok, mint pl. a beton, szakítás során húzással, nyomás esetén nyírással törnek. Leon burkoló parabolája nagyon jól egyezik a tőle és más kutatóktól származó gyakorlati görbékkel is. Leon ezen munkáját a IV. Nemzetközi Műszaki Mechanika Konferencián Cambridge-ben mutatta be 1934-ben [Leon 1934].

Igazi munkamániás volt, nemcsak műszaki közleményeket publikált, hanem érdekelte a mérnöki politika, az a mód, ahogyan a természet eszményképként szolgálhat a mérnököknek és utódjára, de nem utolsósorban a tudományok és a mérnöki tudományok története is. Leon 1912-ben egy hosszú tanulmányt írt *Die Entwicklung und die Bestrebungen der Materialprüfung* (Az anyagvizsgálat fejlődése és tendenciái) címmel, amelyben az anyagvizsgálat történetének legrészletesebb beszámolóját közli különös tekintettel a törés okozta károsodásokra.

A. V. Leon nagy és lelkes tanár volt, aki kedvelte a modern stílusú csapatmunkát. Előadásában mindig irányította a hallgatókat, hogy vessenek fel kérdéseket és megoldatlan problémákat és bevezetett egy szeminárium típusú oktatást. Ez az oktatási módszer ismeretlen volt abban az időben, de mindenki elfogadta. Tanításait ún. „Merkblätter”-ek (emlékeztető feljegyzések, pamfletlek) formájába sűrítette, ezekből több, mint 2000-et készített. Ezeket a memoritereket – melyek újdonságnak számítottak abban az időben – az iparban dolgozó mérnökök nagyra becsülték. Egy másik kedvenc időtöltése kirándulások szervezése volt a különböző vállalatokhoz és anyagvizsgáló laboratóriumokba egész Európában, ahol mindig elintézte diákjai számára az elegendő pénzületi támogatást. Ezen kirándulások mindegyike kitűnt a tökéletes szerveztségével és hatékonyságával. Úgy tűnik, hogy Leon egy óriás energiájával és akaraterejével rendelkezett. Nagyra értékelt munkáját Nádai könyve [1950] tartalmazza.

Leon személyisége legjobban egy, a Bécsi Műszaki Egyetem rektorához címzett megjegyzéssel írható le, melyben így panaszkodik:

„Kedden, 1949. március 1-jén délután 4 órakor a telefonszolgálatot minden előzetes figyelmeztetés nélkül megszakították. Nagyon fontos üzleti ügyek megbeszélését kellett volna lefolytatnom más intézmények vezetőivel, amely így meghiúsult. Ma megtudtam, hogy a telefonszolgálat megszakítása a farsang miatt történt. Nyomatékosan kérem az ilyen, gyakran előforduló önkényes akciók és kikapcsolások megelőzését.” [AVTU 1949a].

Egy másik alkalommal [AVTU 1949b] kéri, hogy irodájának telefon-

száma szerepeljen a nyilvános telefonjegyzékben, mivel úgy érezte, hogy a külföldi kutatók, akik meg akarják látogatni őt Bécsben, szombat délutánonként és vasárnaponként nem tudnának vele kapcsolatba lépni – Leon Bécsben magánrezidenciaként az irodáját használta.

(A cikk befejező II. részét lapunk következő, 2000/1. számában közöljük.)

## Biztonságtechnika az ezredfordulón

Ez volt a mottója a **IV. magyar műszaki biztonságtechnikai konferenciának**, amelyet ezúttal Budapesten az Agro Hotelben rendeztek meg október 19–20 között. Az előkészítő munkát a szakminisztériumok és főhatóságok vezetői által kijelölt szervezőbizottság a Műszaki Biztonsági Főfelügyelőség (MBF) irányításával végezte, míg a lebonyolítás a Dunagáz Rt. feladata volt.

A konferencia kiemelten kezelte az európai uniós csatlakozásunk szempontjából meghatározó jelentőségű, a műszaki biztonsági és a kapcsolódó környezetvédelmi irányelvekben és EN-szabványokban megfogalmazott követelmények, illetve az ezek alkalmazásával és érvényesítésével az EU-tagországokban szerzett tapasztalatok, valamint az e téren folyó hazai jogharmonizációs és szabványosítási munka eddigi eredményeinek és 2002-ig még elvégzendő feladatainak a bemutatását, mégpedig felkért, az illetékes hazai és külföldi (német, dán, osztrák és EU-) hatóságoknál és intézményeknél tevékenykedő szakértők tolmácsolásában. A plenáris ülésen és a három szekcióban elhangzott 66 előadás és korreferátum mintegy kétharmada sorolható e kiemelt és összetett témakörbe.

A nyomástartó berendezések szekciót uralta a november 29-étől már alkalmazható, de 2002. május 29-én kötelező érvénnyel hatályba lépő 97/23/EG sz. új irányelv, a PED, amely az egyes országokban érvényes előírásoktól eltérően csak a nyomástartó edények tulajdonságaira és minőségére vonatkozó követelményeket tartalmazza, de az üzemeltetés és az időszakos ellenőrzés szabályait nemzeti hatáskörbe utalja. A szakértők egyetértettek abban, hogy ez az új EU-irányelv a nyomástartó edények piacát nyitja fel Európában, de befolyásolja és igényesebbé teszi az időszakos vizsgálatokat, valamint a kötelező hatályba lépésig még számos kapcsolódó EN-szabványt is ki kell dolgozni, illetve jóvá kell hagyni.

A gázellátás és -forgalmazás szekcióban résztvevők – tekintettel az európai gázszolgáltató hálózat összefonódására – időszerűnek tartják a szigorú biztonsági követelményeket tartalmazó 98/30/EU sz. gáz irányelv bevezetését, továbbá – az európai gázszállító vállalatok közreműködésével kifejlesztett – a nagy nyomású gázvezetékek integritását megvalósító és fenntartó rendszer, a PIMS (Pipeline Integrity Management System) módszertani előírásainak az érvényesítését a tervezés, a vezetéképítés és üzemeltetés terén egyaránt.

A veszélyes anyagok tárolása és szállítása szekcióban az 1997. január 1-jétől hatályos és a szállítást szabályzó 94/55/EC sz. ADR, a 96/35/EC sz., a szállítás ellenőrzésre, valamint a 95/56/EC sz., a biztonsági tanácsadó kötelező alkalmazását


előíró irányelvek végrehajtásának tapasztalatairól számoltak be az előadók. Az ADR előírása szerint gyártott tank- és IBC-konténerek biztonságosak, amint ezt a Hungarocamion Rt.-ben elvégzett ütközésses és ejtési vizsgálatok, illetve nyomáspróbák eredményei is igazolták. – A gázpalackokra időközben megjelent új EN-szabványok és az év elején a 14/1999 sz. GM rendelettel hatályba léptetett új Gázpalack biztonsági szabályzat egyes előírásai nem egyeznek meg (például az alumíniumból gyártott palackok, a szelepek típusvizsgálata terén), ezért a szabályzat módosítását kezdeményezte az MBF. Tájékoztatást kaptak a résztvevők a veszélyes hulladékról szóló 102/1996. sz. kormányrendelet legfontosabb előírásairól, a nagy térfogatú üzemanyag-tároló tartályok CH-emissziójának mértékéről és az alkalmazott mérési módszerekről, valamint a dupla falú (fenekű) tárolótartályok falközi terét kitöltő száraz levegő, vagy nitrogén nyomásváltásának folyamatos mérésén alapuló, környezetbarát szivárgásfigyelő rendszerekről.

Az ipari balesetek és katasztrófák megelőzése szekciót uralta az 1997 februárjában életbe léptetett 96/82/EC sz. Severo-2 irányelv és az ezzel harmonizáló – hazánk által is már ratifikált – ENSZ/EGB helsinki egyezmény, amely az ipari balesetek országhatáron túli hatásáról szól. Bár a Severo-2 irányelv lényegében a veszélyes anyagokkal dolgozó, már meglévő illetve újonnan létesítendő vállalatokat érinti elsődlegesen, és a szükséges jogszabályok kidolgozása már folyamatban van, mégis a műszaki-gazdasági feltételek megteremtésének időigénye miatt az irányelv bevezetése hazánkban – a BM szakértői szerint – csak 2005. január 1-jével várható.

Egy-egy szekció foglalkozott a veszélyes berendezések gyártásának, szerelésének az új EN-szabványok előírásaival támogatott minőségbiztosítási és műszaki biztonsági felügyeletének hazai helyzetével, a régít felváltó új előírások nyomán – legalább is átmenetileg – jelentkező joghézagok okozta gondokkal, illetve az e témakörökben jártas szakemberek képzésének és továbbképzésének hazai lehetőségeivel és terveivel.


Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a mintegy 300 fő részvételével és külföldi szakértők bevonásával megrendezett konferencia megfelelő helyzet- és jövőképet adott a céltudatosan kiválasztott és az európai uniós csatlakozásunk szempontjából időszerű műszaki biztonsági témakörökről. Mindezekről a jelen nem lévő érdeklődőket is kielégítően tájékoztatja az előadásokat tézisszerűen összefoglaló konferencia-kiadvány.

Lehofer Kornél

 <b>AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Rt.</b> <b>Oktatásszervezési Osztály</b> <b>1211 Budapest, Gyepsor u. 1. Tel./Fax: 425-0761</b>				
Tanfolyam típusa	Tervezett kezdés			
ANYAGVIZSGÁLÓ SZAKKÉPESÍTŐ ÉS MINŐSÍTŐ ÉS ÚJRAMINÓSÍTÓ TANFOLYAMOK				
	1. fozozat	2. fozozat	3. fozozat	újraminósító
Mágneses anyagvizsgáló (MT)	2000. 03. 20.	2000. 04. 17.	2000. 02. hó	2000. 04. 17.
Penetrációs anyagvizsgáló (PT)	2000. 03. 24.	1999. 12. 08.	2000. 02. hó	1999. 12. 08.
Vizuális anyagvizsgáló (VT)	2000. 03. 24.	1999. 12. 14.	2000. 02. hó	1999. 12. 14.
Mechanikai anyagvizsgáló	2000. 03. 20.	2000. 04. 17.		
Metallográfiai anyagvizsgáló	2000. 02. 28.	2000. 04. 10.		
Orvényáramos anyagvizsgáló (ET)	2000. 04. 10.	2000. 04. 10.	2000. 02. hó	2000. 04. 10.
Radiológiai anyagvizsgáló (RT)	2000. 04. 03.	2000. 05. 08.	2000. 02. hó	2000. 05. 08.
Rezgéselemző (VAT)	Létszámlüggő	Létszámlüggő		
Színképelemző (SPT)	Létszámlüggő	Létszámlüggő		
Tömörégi anyagvizsgáló (LT)	2000. 03. 20.	1999. 12. 06.	2000. 02. hó	1999. 12. 06.
Ultrahangos anyagvizsgáló (UT)	2000. 03. 27.	2000. 03. 27.	2000. 02. hó	2000. 03. 27.
NYOMÁSTARTÓ- ÉS TARTALÓTECHNIKAI TANFOLYAMOK				
Tartályvizsgáló	2000. 01. 31.			
Tartályvizsgáló szakképesítést kiegészítő ("C" modul)	2000. 02. 07.			
Nyomástartóedény-gépész	2000. I. félév			
Nyomástartóberendezés-kezelő	Létszámlüggő			
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI SZAKKÉPZÉSEK				
Minőségellenőr				
Minőségbiztosítási felülvizsgáló és tanúsító (Auditor)	2000. I. félév			
A minőségszabályozás statisztikai és egyéb eszközei	Létszámlüggő			
TQM alapjai	2000. I. félév			
TQM a vezetők részére	2000. I. félév			
QS 9000				
ISO 9000	1999. 12. 06.			
BIZTONSÁGTECHNIKAI KÉPZÉSEK				
Sugárvédelmi tanfolyamok Alapfokú:	1999. 12. 08.			
Bővíített:	2000. 02. 14.			
Tűzvédelmi tanfolyamok	folyamatosan			
KÖRNYEZETVEDELMI TANFOLYAMOK				
Környezetvédelmi laboráns	2000. I. félév			
Környezetvédelmi szakeladó	Létszámlüggő			
Települési hulladékgyűjtő és szállító	Létszámlüggő			
EGYEB TANFOLYAMOK				
Emelőgép-ügyintéző	2000. I. félév			
Szövegszerkesztő (kezdő és haladó)	folyamatosan			
Táblázatkezelő (kezdő és haladó)	folyamatosan			
AutoCAD (kezdő és haladó)	folyamatosan			

**A tanfolyamok helye:** AGMI Rt. Anyagvizsgáló Épülete (1211 Budapest, Gyepsor u. 1.) - Szállást és étkezést igény szerint biztosítunk. Tanfolyamokat kihelyezett formában is vállalunk.  
**Érdeklődni lehet:** AGMI Rt. Oktatásszervezési Osztály, Gáspár Anika osztályvezető helyettes, Mikus Erzsébet oktatási menedzser  
 1751 Budapest, Pf.: 114 Tel./Fax: 425-0761 E-mail: agmivig@matavnet.hu  
**SZERETETTEL VÁRJUK TANFOLYAMAINKON!**

*Zubonyai Edit*  
Zubonyai Edit  
osztályvezető



## ORSZAK BT.

1752 Budapest, Pf. 101. Fax: 277-6226, Mobil: 06-20/582-659

Az ORSZAK BT. 2000 tavaszán roncsolásmentes anyagvizsgáló (RmAv) tanfolyamokat szervez az eljárások széles skáláján mind az OKJ, mind az MSZ EN 473 szabvány követelményeit kielégítő tematikákkal.  
 Az RmAv-tanfolyamok alapozó tárgyai – anyagvizsgálat, anyag- és gyártásismeret – előzetesen kell elsajátítani az alapozó tanfolyamokon, illetve a menességet adó szakirányú felsőfokú végzettséget, vagy érvényes anyagvizsgáló képesítést igazolni kell.  
 Megkeresésre részletes tájékoztatást adunk a szakterület megválasztásához, a tanfolyamokról és a jelentkezés feltételeiről, illetve az elkezés és a szállás lehelőségéről; jelentkezési lapot és részletes programot küldünk. A tanfolyamok hallgatói megkapják a nyomtatott jegyzeteket, ill. az érvényes szabványok, az MHE-tematikák és vizsgakérdések jegyzékét.  
 Célunk, hogy hallgatóink jól elsajátítsák az adott eljárás elméletét és gyakorlati feltételeit. Ennek érdekében tanfolyamaink szakképesített és nagy gyakorlattal rendelkező előadók oktatnak, a gyakorlati foglalkozások az MSZ EN 45001 szerinti akkreditált vizsgáló laboratóriumokban folynak. Tanfolyamaink legeredményesebb hallgatóit megajándékozuk az ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA és a KARBANTARTÁS DIAGNOSZTIKA egyéves, névre szóló előfizetésével.

### ANYAGVIZSGÁLÓ TANFOLYAMAINK PROGRAMJA:

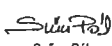
**Alapozó tanfolyam** az 1. fozozatú RmAv-képzéshez: 2000. jan. 10-11.  
**Alapozó tanfolyam** a 2. fozozatú RmAv-képzéshez: 2000. febr. 28-29.  
**Rezgéselemző, VAT-1,** az SKF Rt.-vel együttműködve: 2000. márc. 6-17.  
**Rezgéselemző, VAT-2,** az SKF Rt.-vel együttműködve: 2000. május 1-12.  
**Mágneseshelő poros, MT-1:** 2000. jan. 12-14., vizsga: jan. 25-26.  
**Folyadékbehatolásos, PT-1:** 2000. jan. 20-24., vizsga: jan. 27-28.  
**Vizuális, VT-1:** 2000. jan. 17-19., vizsga: jan. 26-27.  
**Ultrahangos, UT-1,** a Ke-Tech Kft. oktatóházában: 2000. jan. 31. – febr. 18., vizsga: febr. 21-22.  
**Mágneseshelő poros, MT-2:** 2000. márc. 9-14., vizsga: márc. 16-17.  
**Folyadékbehatolásos, PT-2:** 2000. márc. 1-3., vizsga: márc. 14-15.  
**Vizuális, VT-2:** 2000. márc. 6-8., vizsga: 15-16.  
**Ultrahangos, UT-2,** a Ke-Tech Kft. oktatóházában: 2000. márc. 20. – ápr. 5., vizsga: ápr. 6-7.  
**UT-2 újraminósító tanfolyam:** 1999. dec. 13-17. és RT-2 újraminósító tanfolyam: 2000. jan. 10-15.  
 Jelentkezési feltételek: az 1994-ben megszerzett UT-2 ill. RT-2 bizonyítvánnyal folyamatos gyakorlat és az orvosi alkalmasság igazolása. A tanfolyamot sikeresen elvégzők az eljárásra és a választott szakterületre érvényes tanúsítást kapnak az MSZ EN 473 szerint.

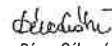
### LEGALÁB HAT FŐ JELENTKEZÉSE ESETÉN INDULÓ TANFOLYAMOK:

- Színképelemző, SPT-1 és SPT-2, - Akusztikus emissziós, AET-1 és AET-2, - Hőkezelő,
- Nyomástartó edényt vizsgáló, - Ipari gáz- és olajüzemelésű berendezési vizsgáló.

Tartályvizsgáló szakképesítést adó, 80 órás tanfolyamot szervezünk a Magyar Tartálytechnikai Szövetséggel együttműködve a vonatkozó 44/1995. (IX.15.) IKM rendelettel módosított 11/1994. (III.25.) IKM rendelet köveleményei szerint, vállalatokhoz kihelyezve is.  
**Tömörésgvizsgáló, LT-2:** 2000. febr. 14. – márc. 3.  
**Akusztikus emissziós, AET-2,** valamint AET-2 újraminósító tanfolyam: 2000. ápr. 10-21.  
 Vállalatok, társaságok részére kihelyezett tanfolyamokat, ill. speciális igények szerinti képzést is szervezünk. Vállaljuk szakmai napok szervezését is új termékek és eljárások bemutatására.

Forduljon hozzánk bizalommal!

  
 Szűcs Pál

  
 Dénes Gábor

## Hazai és külföldi rendezvények 2000-ben

**GÉPÉSZET 2000 – intelligens gépek – új anyagok – új eljárások – második országos konferencia és kiállítás,** Budapest, 2000. május 25-26. Cím: BME Gépészmérnöki Kar Dékáni Hivatala GÉPÉSZET 2000, 1521 Budapest Pf. 91. – A kiállítás jelenkezését 2000. március 31-ig, míg a résztvevőket 2000. május 15-ig várják. Részletes információk olvashatók a <http://goliat.eik.bme.hu/~g2000> honlapon, ill. kérhetők a g2000@eik.bme.hu. e-mail címen.

**Structural Materials Technology: an NDT Conference,** Atlantic City, N.J., USA, 2000. február 29. – március 3. Cím: Robert Scancelli, PO Box 77352, West Trenton, NJ 08628, USA; Tel.: +(1)609-530-8356; e-mail: Rscancelli@cpm.dot.state.nj.us.

**A World of Thermography,** Bath, UK, 2000. március 9–11. Cím: Colin Pearson, UKTA Secretary, Old Bracknell Lane West, Bracknell, Berkshire RG12 7AH. Fax: +44(0)1344-487575, e-mail: ukta@bsria.co.uk.

**Fatigue 2000,** Cambridge, UK, 2000. április 10–12. Cím: Catherine Pinder, Engineering Integrity Society, 5 Wentworth Avenue, Sheffield, S11 9QX, UK. Fax: +44(0)114 262 1120; e-mail: cpinder@e-i-s.org.uk.

**3rd Int. Conf. Micro Materials,** Berlin, Németország, 2000. április 17–19. Cím: Prof. B. Michel, MicroMat 2000, Fraunhofer IZM, Berlin, Gustav-Meyer-Allee 25., D-13355 Berlin, fax: +49(0)30 46403211; e-mail: michel@izm.fhg.de.

**NDT-CE 2000 – NDT in Civil Engineering Int. Conf.** Tókió, Japán. 2000. április 25–27. Cím: BINDT, 1 Spencer Parade, Northampton NN1 5AA. Tel.: +(44)(0)1604-630124; fax: +(44)(0)1604-231489.

**Materials Testing 2000 Exhibition,** Birmingham, UK. 2000. május 9–11. Cím: Cingy Bailey, BINDT, 1 Spencer Parade, Northampton NN1 5AA. Tel.: +(44)(0)1604-630124; fax: +(44)(0)1604-231489; e-mail: ml2000@bindt.org.

**2nd Int. Conf. on NDE in Relation to Structural Integrity for Nuclear and Pressurized Components,** New Orleans, Louisiana USA. 2000. május 24–26. Cím: Dr. Michel Bieth, European Commission JRC-IAM, P.O. Box 2, 1755 ZG Petten, The Netherlands. Fax: +31 22 4 561568; e-mail: bieth@jrc.nl.

**9th Nordic Symp. on Tribology,** Porvoo, Finnország. 2000. június 11–14. Cím: Peter Andersson, VTT Manufacturing Technology, P.O.Box 1702, FIN-02044 VTT, Finland. Tel.: +358 9 4565387; Fax: +358 9 460627; e-mail: peter.andersson@vtt.fi.

**ECF-13 Fracture Mechanics: Applications and Challenges,** San Sebastian, Spanyolország. 2000. szeptember 6–9. Cím: ECF-13 @ CEIT, Paseo de Manuel Lardizabal 15. 20018 San Sebastian, Spain. Fax: +34 943 213076; e-mail: ecf13@ceit.es.

**The 14th Int. Conf. on Surface Modification Technologies,** Párizs, 2000. szeptember 11-13. Cím: SMT 14 Secretariat, Congres Scientifiques Services Chantal IANNARELLI, 2, rue des Villarmains, 92210 Saint-Cloud, France. Fax: +33 (1)47 719005; e-mail: c2s@club-internet.fr.

**Structural Integrity in the 21st Century,** Cambridge, UK. 2000. szeptember 19–21. Cím: Cheryl Gleave, Conference Secretariat, AEA Technology plc, Risley, Warrington, Cheshire WA3 6AT, UK.

**Int. Symp. Materials Ageing and Life Management,** Kalpakam, Tamil Nadu, India. 2000. október 3–6. Cím: Dr. K. Bhanu Sankara Rao, Mechanical Metallurgy Division Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakam 603 102, India. Fax: +91 4114 40301/40360/40396. E-mail: bhanu@igcar.ernet.in.

**15th WCNDT – World Conf. on Non-Destructive Testing,** Róma, Olaszország. 2000. október 15–21. Cím: AlPd, Via A Foresti, 5-25127 Brescia, Italy. Tel.: +39 030 3739173. Fax: +39 030 3739176; e-mail: aipnd@mail.protos.it.

**EUROMAT 2000 – Conf. on Advances in Mechanical Behaviour, Plasticity and Damage,** Tours, Franciaország, 2000. november 7-9. Főtéma: összefüggések az anyag szerkezete és mechanikai tulajdonságai között. Cím: SF2M Société Française de Metallurgie et de Matériaux, Les Fontenelles, 1 rue de Craiova, F-92024 NAN-TERRE CEDEX, Tel.: +33(0)141020390, Fax: +33(0)141020388, E-mail: sfmm@wanadoo.fr.

**ASTM Symp. Environmentally Assisted Cracking,** Orlando, Florida, USA. 2000. november 13–15. Cím: Dr.R.D. Kane, InterCorr International Inc., 14503 Bammel North Houston Rd. Suite 300, Houston, TX 77014, USA. Fax: +281 4440246. E-mail: rdk@clihouston.com.

## Dymo M11 univerzális feliratozó kiscsiga

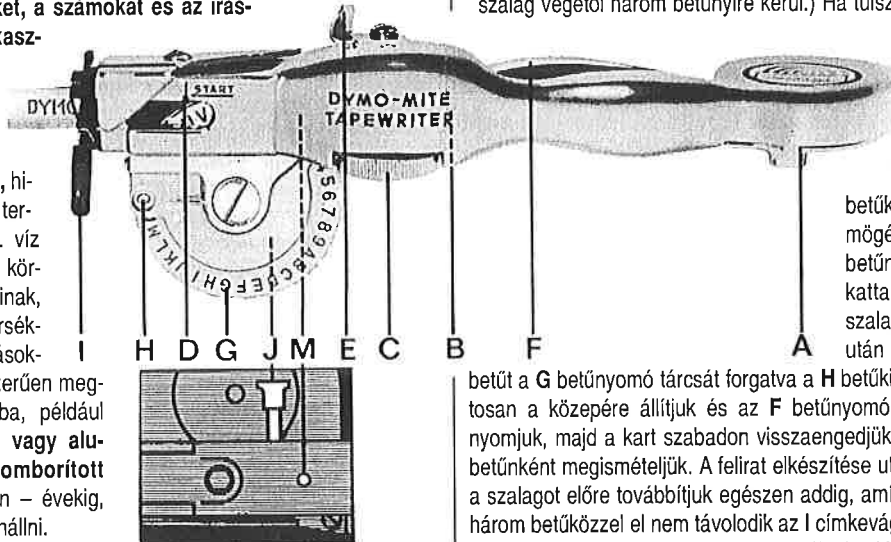
A feliratozó és címkékészítő kiscségeket mind szélesebb körben használják világszerte, úgyhogy ma már nemcsak a gazdaság, hanem az élet minden területén, még a háztartásokban is nélkülözhetetlenekké váltak, mivel segítségükkel a szükséges feliratok gyorsan és könnyen elkészíthetők.

**A Dymo M11 kézi működtetésű, mechanikus kiscsiga** – a Dymo feliratozógépek család egyik legkedveltebb és egyben legspecifikusabb tagja. Különlegessége abban rejlik, hogy képes fémszalagba domborítani a betűket, a számokat és az írásjeleket, illetve kilyukasztani és levágni a címkévé formált fémszalagot. Ezért főként az iparban alkalmazzák, hiszen az időjárás, a természetes (pl. föld ill. víz alatti) vagy az ipari környezet viszonyosságainak, a szélsőséges hőmérsékleti és korrózió hatásoknak leginkább a célszerűen megválasztott fémszalagba, például rozsdamentes acél- vagy alumíniumszalagba domborított felírat képes tartósan – évekig, sőt évtizedekig – ellenállni.

Az öntapadós alumíniumszalagból készített címkék jól és tartósan felragaszthatók a sima, tiszta és száraz felületekre. Ezért normál üzemi viszonyok között az öntapadós alumíniumszalagból készített címkéket számos helyen előnyösen alkalmazhatjuk mint például gépkezelő panelekre ragasztva megjelölve a kezelőgombok funkcióit, vagy a kapcsolószekrények kapcsolóleceinek, a raktári tárolóedények és -rekeszek illetve laboratóriumi edények, vizsgálati anyagminták feliratozásához. A mostohább viszonyok között működő ipari berendezéseken, technológiai és energetikai csőszervevényeken, a szabadban vagy a föld alatt vezetett hálózatok egyes ágain

célszerű a kilyukasztott címkéket kis csavarokkal, szegecsekkel rögzíteni, vagy feldrótozni.

**A Dymo M11 kiscsiga használata egyszerű** – fő részeit az ábra szemlélteti. A gépet a bal kezünkben tartva felnyitjuk az **A** szalagház tetejét és behelyezzük a használni kívánt szalagot, amelynek a végét óvatosan a **B** szalaggörgők közé nyomjuk és a **C** állítótárcsát az óra mutató járásával megegyező irányba forgatjuk mindaddig, amíg a szalag vége a **D** start jelhez nem ér. (Ez biztosítja azt, hogy az első betű a szalag végétől három betűnyire kerül.) Ha túlszaladna a szalag, akkor az **E** rögzítőkamopot visszahúzza a **C** tárcsát ellenkező irányba forgatjuk addig, amíg a szalag vége egy betűköznyire a **D** start jel mögé nem kerül. Ekkor az **F** betűnyomó kart enyhén, a kattanáig megnyomva a szalagvég a start jelre áll. Ez után a domborítani kívánt



betűt a **G** betűnyomó tárcsát forgatva a **H** betűkiválasztó ablaknak pontosan a közepére állítjuk és az **F** betűnyomó kart erőteljesen megnyomjuk, majd a kart szabadon visszaengedjük. Ezeket a műveleteket betűnként megismételjük. A felirat elkészítése után a **C** tárcsát forgatva a szalagot előre továbbítjuk egészen addig, amíg a felirat utolsó betűje három betűközzel el nem távolodik az **I** címkevágtótól és a címkét levágjuk. Ha nem öntapadós szalagot használunk, akkor a felirat készítése előtt a szalagvéget először az **I** címkevágtóig állítjuk a **C** tárcsával, majd a **J** gombot lenyomva és az **F** kart erőteljesen megnyomva kilyukasztjuk a szalagot. Ez után – a már említett módon – a szalagot visszahúzza a szalag végét a **D** start jelhez állítjuk, majd betűnként elkészítjük a feliratot. Ezt követően a szalagot ismét előre toljuk úgy, hogy a felirat utolsó betűje két betűköznyivel az **I** vágón túljusson, lyukasztunk, majd egy betűköznyivel továbbítjuk a szalagot és levágjuk a kész címkét.

A kiscsiga könnyű működtetése érdekében két-három havonta egy kevés kenőzsírt (nem olajat!) juttassunk be az **M** furaton keresztül.

**A feliratozó kiscségeket és a különféle szalagokat beszerezhetik nemcsak Budapesten, hanem vidéki városainkban is a táblázatban ajánlott ESSELTE nagykereskedőknél:**

Cégnév:	Cím:	Telefonszám:	Kontakt személy neve:
Ho-Da Rt.	1131 Budapest, Bence u. 1-3.	349-5787, 349-5788	Horváth János
Készlet Kft.	1116 Budapest, Építész u. 8-12.	204-8637	Bozó István
Bonusimpex Bt.	1097 Budapest, Gyáli út 21-23.	06-20-952-50-50	Barna Péter
Mile Kft.	1104 Budapest, Mádi u. 52.	261-5535	Galbács Sándor
Rend Kft.	1134 Budapest, Váci út 45.(Apály u.3.)	320-3838, 329-5808	Pintér Zoltán
IPS	7634 Pécs, Rácvárosi út 37.	06-72-254-336, 06-72-251-044	Morvai Zoltán, Törő Csaba
P.B.S. Kft.	7631 Pécs, Megyeri u. 59.		Cseh Robert
Mentavill Kft.	8000 Székesfehérvár, Budai út 177.	06-22-515-515	Mentes István
P.B.S. Kft.	8000 Székesfehérvár, Börgöndi u. 53.		Juhász Andrásné
Bovimex Bt	8000 Székesfehérvár, Bálky Zs.u.5.	06-22-318-666	Nagy Péter
P.B.S. Kft.	9023 Győr, Tihanyi Á. u. 31/C.	06-96-313-372	Juhász Kornél
Kujbus Kft.	4030 Debrecen, Vágóhid u. 3.	06-52-437-511	Juhász Csaba
Berényvill	5100 Jászberény, Dózsa György u. 28.	06-57-406-220	Szórád Tamás
Pannon Piért Kft.	2800 Tatabánya, Kandó K. u. 17.	06-34-317-100, 06-34-310-924	Hunics Gáborné
SKS Kft.	2800 Tatabánya, Mészáros u. 4/B.	06-34-317-390, 06-34-312-260	Szerle Péter
IPS Kft.	7400 Kaposvár, Nagygát u.5	06-82-310-146	Pálffy György
IPS Kft.	7100 Szekszárd, Mátyás Király u.60.	06-74-510-341, 06-74-510-343	Keller István
P.B.S. Kft.	9700 Szombathely, Vépi u. 29.	06-94-325-726	
Pannon Piért Kft.	8200 Veszprém, Házgyári út 1.	06-88-427-208	Orbán Attila
P.B.S. Kft.	8200 Veszprém, Almádi út 15-17.	06-88-427-252	
Gátiba	8201 Veszprém, Csillag u. 13.	06-88-422-648	Kaizer László
IPS Kft.	8800 Nagykanizsa, Hevesi Sándor u.6.	06-93-317-205	Hózensteiner Lajos

# DYMO® M-11

MECHANIKUS FELIRATOZÓ KISGÉP

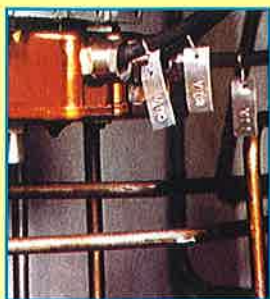
 **ESSELTE**



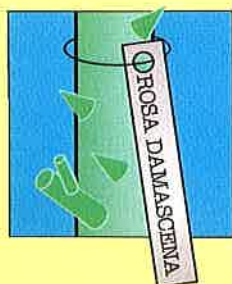
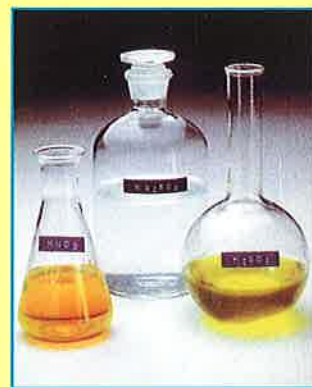
Tartós, ütés- és időtálló feliratozás rozsdamentes acélszalagra, vagy alumíniumszalagra, öntapadós változatban is.



A kézbe simuló, formatervezett, fémvázás kivitelű kisgép könnyen kezelhető betűnyomó és lyukasztó mechanizmusával gyorsan elkészíthetők azok a megjelölések és feliratok, amelyek



- ⇒ a helyszíni szereléseken, vagy a karbantartáskor,
  - ⇒ a gyártó-, a kísérleti és a vizsgálati rendszerekben
- a műveletek biztonságos, tévedés- és anyagkeveredéstől mentes elvégzéséhez nélkülözhetetlenek.



**ESSELTE Kft.**

1116 Budapest, Hunyadi János u. 2. Tel.: 204-8930, Fax: 204-8933  
Internet címek: <http://www.dymo.com>, <http://www.esselte.com>; E-mail: [eladas@esselte.hu](mailto:eladas@esselte.hu)  
Rendelésfelvétel: tel.: 204-8935, fax: 204-8934; Nyitvatartás: 8–16<sup>h</sup>-ig  
Kiszolgálás csak viszonteladóknak!

# Zwick

## Materialprüfung

### anyagvizsgálat felsőfokon



- univerzális szakítógépek (nyomó- és hajlítógépek), speciális vizsgálatok elvégzésére is;
- próbatest-kivágók, próbatest-marók;
- keménységmérők (Rockwell, Vickers, Brinell, Knoop, Shore A, Shore D);
- Melt-index mérő;
- ingás ütőművek;
- automatikus fonálszakítók;
- kopásvizsgáló;
- kapillár reométer,
- mooney-viszkoziméter



## Materialprüfung

# Toni Technik

Hidraulikus építőanyagvizsgáló gépek  
6–6000 kN tartományban.

Komplett berendezések cement- és  
betonlaboratóriumok részére,  
mérőműszerek cementvizsgálathoz



# AHLBORN

- hőmérséklet, nyomás,
- légsebesség, légnedvesség,
- frekvencia, fordulatszám,
- mV, mA és egyéb jellemzők mérése és dokumentálása egy készülékkel;
- érintés nélküli infrahőmérők,
- adatgyűjtők, – szoftverek, – nyomtatók



Magyarországi képviselő: **Senselektro Kft.** 1064 Budapest VI., Vörösmarty u. 33. Tel.: 3427-982, Fax: 2848-180

Forgalmazás, üzembehelyezés, garancia, garanciaidőn túli szervizszolgáltatás, karbantartás,  
pótkatrész- és tartozékszállítás

Kérésre ingyenes részletes gyártmánykatalógust és információt küldünk!



SENSELEKTRO