

# HEGESZTÉS TECHNIKA

XXXII. ÉVFOLYAM  
2021.3. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA



Linde



Linde  
Making our world  
more productive

Linde  
Making our world  
more productive

[www.lindegas.hu](http://www.lindegas.hu)

Lasting Connections

## TERRA & URANOS

Az új referencia a  
hegesztőgépek között.



Az Ön kihívása fémből gyártott anyagok összehegesztése. Tudja, hogyan kell hidakhoz, gépekhez és erőművekhez tervezett alkatrészeket hegeszteni. A munkájához nem „egy” megoldásra van szüksége, megérdemli a legjobbat. Egyedülálló portfóliónk csúcsmínőségű hegesztőanyagokból, alkalmazástechnikai szolgáltatásokból, kiegészítőkből és hegesztőgépekből áll, mellyel teljes körű megoldást tudunk nyújtani. A Terra és Uranos termékcsaláddal pedig új mércét állítunk fel a mindennapos és a különleges hegesztési feladatoknál.

A hegesztőanyagok és gépek az alkalmazástechnikai tudásunkra építve az iparágban egyedülálló módon össze lettek hangolva, mely a precizitás újabb lépcsőfokát teszi lehetővé. Ezzel megcélozhatja az iparágban legjobb kötéseket, melyekre büszke lesz. Ehhez 5 év garanciát adunk valamennyi Terra és Uranos hegesztőgépünkhöz.

# TARTALOM

## 1 Hírek News Nachrichten

MHTE által szervezett Hegesztési felelősök Országos Tanácskozása XXII Búcsú - Nekrológok	3
XR a hegesztés oktatásban	7
EuroMEC projekt	8
GER-APP Hírek	9
Nemzetközi / Európai hegesztő tanfolyam vizsgázói	10
Nemzetközi / Európai Kiemelt hegesztő tanfolyam vizsgázói	10
A képzés hatékonyabb változata – BET – EU-projekt	11
Átfogó Ismeretekkel Rendelkező Nemzetközi / Európai Hegesztő Gyártásfelügyelői tanfolyam vizsgázói	11
Beszámoló a Nemzetközi Hegesztési Intézet 74. Közgyűléséről	12
Óbudai Egyetem – IWT és IWS vizsgabeszámoló	14
Vasúttíjarmű Hegesztési Ankét és Tapasztalatcsere 2021	18
Beszámoló a nemzetközi képzésekkel foglalkozó IAB bizottságok júliusi üléséről	19
Nemzetközi hegesztőmérnök (EWE/IWE) végeztek a Nyíregyházi Egyetemen	22
Az MHTE néhány társintézményei folyóiratainak aktuális címjegyzéke	23

## Tagvállalati Hírek és Riportok

Interjú Dr. Palotás Bélával	27
-----------------------------	----

## 2 Kutatás-Fejlesztés Research and Development Forschung und Entwicklung

<b>Tamás Tóth, M.Sc., Dr.-Ing. Jonas Hensel</b> Laser beam welding under reduced ambient pressure	32
Laserschweißen in reduziertem Umweltdruck	32
<b>Dr. Grósz Tamás, Grósz Gábor, Dr. Ladányi Péter</b> Minőségbiztosítás, hegesztés, anyagvizsgálat nukleáris kutatóreaktorokhoz gyártott berendezéseknél	35
Quality assurance, welding, material testing of tools manufactured for nuclear research reactors	35
Qualitätssicherung, Schweißen, Materialprüfung angewendet für Produktion von Nuklearuntersuchungsanlagen	35

<b>Dr. Palotás Béla</b> Korszerű nagyszilárdságú acélból készített hegesztett és egyengetett kötések mechanikai tulajdonságai	39
Mechanical properties of welded and straightened joints produced from Advanced High Strength Steels	39
Mechanische Eigenschaften von geschweißten und korrigierten Verbindungen gefertigt von Modern Hochfeste Stählen	39

## 3 Tudományos Publikációk Scientific Publications Wissenschaftliche Veröffentlichungen

<b>Hirt Péter, Dr. Varbai Balázs, Katula Levente</b> Alumíniumötvözetek kristályosodási repedésének vizsgálata – különböző hegesztő hozaganyagok összehasonlítása	45
Comparison of solidification cracking behaviour in the case of arc welding of aluminium alloys – using for welding different types of consumables	45
Untersuchungen der Rissbildungen in Kristallisation der Aluminiumlegierungen wenn mit verschieden Elektroden geschweißt wird	45
<b>Szabó Bence, Varbai Balázs, Májlinger Kornél, Katula Levente Tamás</b> Volfrámelektrodák oxidtartalmának hatása az elektródák élettartamára	55
The effect of oxide-content in tungsten electrode for its lifespan	55
Der Effekt von Oxidinhalt der Wolframelektrode auf der Lebensdauer der Elektrode	55

## 4 Sajtóközlemények Press Releases Pressemeldungen

Anyagvizsgálatokra alkalmas mobil vizsgálókocsi intelligens prototípusának kifejlesztése a Hidra Felőttképző Központ Kft-nél	61
Kétszer gyorsabban hegeszthet igényes varratképet a Lorch új MicorTwin hegesztési eljárásával	65
A szimulátor-technológia a 21. századi hegesztőképzésben	68
Simulation for welder's education in 21 <sup>st</sup> century	68
Simulationstechnik angewendet für Ausbildung von Schweißer in 21 Jahrhundert	68

## 5 Könyvajánló

Ifjan – Éretten – Öregen: Fehérvári Attila	71
Szabó Andrea – Heinrich Rezső: Hegesztési Eljárások	71

### Helyreigazítás:

A Hegesztéstechnika 2021. 2. számában megjelent *Volfrámelektrodák oxidtartalmának hatása az elektródák élettartamára* című cikk angol nyelvű címe tévesen jelent meg, helyesen: *The effect of oxide-content in tungsten electrode for its lifespan*. A cikk egyik szerzőjének neve helyesen pedig: Májlinger Kornél.

**A tévedésért elnézést kérünk!**

Címlapon: Linde Gáz

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés szakfolyóirata  
Periodical of the Hungarian Association of Welding Technology and Material Testing  
Zeitschrift der Ungarischen Vereinigung für Schweißtechnik und Material Prüfung

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITESHARK.HU



*Welding Hungary*



WHITE SHARK WELDING GROUP

WHITE SHARK WELDING GROUP

WHITE SHARK



W E L D I N G W I R E

# HÍREK

## MHtE által szervezett Hegesztési felelősök Országos Tanácskozása XXII

2021.09. 09. (online)

- 8:50 Megnyitó: Gayer Béla  
bgayer@mhte.hu, +36 70 400 2771
- 8:55 Levezető elnök: Gyura László  
Laszlo.Gyura@linde.com, +36 20 983 7799
- 9:00 **A hegesztés gépesítése és robotizálása, mint a versenyképesség megtartásának egyetlen útja**  
(Eszközök és módszerek) ea: Nagy Ferenc, nf@rehm.hu
- 9:20 **Gyengén ötvözött acélok lézersugaras hegesztése az iparban**  
ea: Drabik Gergő, drabikgergo@gmail.com
- 9:40 **Szigorodó expozíciós határértékek. A hegesztési felügyelet szerepvállalása a hegesztők légzésvédelmében**  
ea: Kristóf Csaba, kricsaba43@gmail.com
- 10:00 **Ellenállás-hegesztés szimulációja és optimalizálása Sorpas szoftver segítségével**  
ea: Németh Alexandra, xandra.nemeth@gmail.com
- 10:20 **Hűtőfolyadék-követelmények hegesztőgépekhez**  
ea: Tóth László, tl@rehm.hu
- 10:40 **Robotrendszerek alkalmazása acélszerkezetek gyártásában**  
ea: Timcsák István, istvan.timcsak@igm-group.com
- 11:00 **Hegesztési és vizsgálati új szabványok**  
ea: Szabó József, j.szabo@mszt.hu
- 11:20 **„Édes anyanyelvünk” a hegesztési felelős használatában**  
ea: Dobránszky János, dobi@eik.bme.hu
- 11:40 **Mobil vizsgálóegység kifejlesztése projekt keretében**  
ea: Szekeres Zoltán, iroda@hidra.hu
- 12:00 **A délelőtti szekció: a chatfelületen feltett kérdések élő összefoglalása, melyekre adandó válaszok a „Hegesztéstechnika” 4. számában jelennek meg**  
ea: Gyura László levezető elnök
- 12:15-13:00 Ebédszünet
- 13:00 Levezető elnök: Fülöp Zsoltné  
pfulopne@gmail.com, +36 20 3260 333
- 13:05 **Hol tart ma a műanyaghegesztés?**  
ea: Pető László, kepzes@umundum.hu
- 13:25 **Keveset hallunk a készülékezésekről**  
ea: Gremesperger Géza, gremesperger.geza@gmail.com
- 13:45 **Hogyan áll a poliol beruházás?**  
ea: Rácz Zoltán, ZRacz@MOL.hu
- 14:05 **Kismotoros repülőgépek hazai fejlesztése**  
ea: Farkas Csaba, csaba.farkas@genevation.hu
- 14:25 **Plattírozott anyagok hegesztése**  
ea: Palotás Béla, palbela53@gmail.com
- 14:45 **A hegesztett szerkezetek költségszámítása globális és lokális megközelítéssel**  
ea: Jármái Károly, altjar@uni-miskolc.hu
- 15:05 **Kombinált vegyeskötések készítésének nehézségei leolvasztó ellenállás – tompahegesztésnél**  
ea: Pogonyi Tibor, pogonyi.tibi@gmail.com
- 15:25 **Távértékelési módszerek térnyerése a megfelelőség tanúsítás területén**  
ea: Wiegand Krisztina, krisztina.wiegand@tuvsud.com
- 15:45 **Hegesztő üzemi alkalmasság jogi értelmezése acélszerkezetek-gyártók szemszögéből**  
ea: Maczonkai Károly, kmaczonkai@gmail.com
- 16:05 **A délutáni szekció: a chatfelületen feltett kérdések élő összefoglalása, melyekre adandó válaszok a „Hegesztéstechnika” 4. számában jelennek meg**  
ea: Fülöp Zsoltné levezető elnök

**Corweld+**

Hivatalos magyarországi képviselő

[www.corweldplus.hu](http://www.corweldplus.hu)

# X5 FASTMIG

Kimagasló hatékonyság a hegesztésben

 **KEMPPPI**

[www.kemppi.com](http://www.kemppi.com)

### Arnóczki László János

1957-2021



Arnóczki László barátunk és kollégánk váratlan halála mély fájdalommal és megrendüléssel tölt el mindannyiunkat.

Laci 1976-1981 között járt a Nehézipari Műszaki Egyetemre Miskolcon, ahol okleveles gépészmérnöki diplomát szerzett. Majd 1988-ban okleveles gépész műszaki diplomát, a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskolán. 1995-ben Európai Hegesztőmérnöki diplomát szerzett. Szakmai érdeklődése kiterjedt nemcsak a hegesztés és más kötéstechológiák gyakorlására, oktatására, de számos területen képezte magát és gyakorolta azokat vállalkozásaiban. Ezek a területek lefedték a számítá-

technikát, az anyagvizsgálatokat, a minőségszabványozást, a közbeszerzéseket.

A hegesztés és más kötéstechológiák gyakorlója, oktatója és vizsgáztatója is volt. 1992 től az MHTÉ fém és műanyag vizsgabiztosaként dolgozott, bekövetkezett haláláig.

1981-1985 években a Lenin Kohászati Műveknél dolgozott önálló mérnökként, hegesztőmérnökként, energetikai szakértőként.

1985-1998 években a Zalka Máté Gépipari szakközépiskola - Miskolc - mérnök-tanáraként, tanműhelyvezetőjeként tevékenykedett.

1998-2021 években az EU-ARK Mérnökség Kft. Felsőzsolca ügyvezetője és hegesztési felelőse volt.

Az egyetemi éveiben kezdett technikai sportokat szervezni és egy ilyen sportkört irányított több éven keresztül. Zenerajongó volt, a képzőművészet iránt nyíltan műpártolói szinten érdeklődött.

Némán, békés csendben gondolunk Rád szívünk mélyére ereszkedve lapozunk az emlékeink között és próbáljuk felidézni kedves, csendes lényedet. Szeretettel gondolunk Rád, ISTEN VELED, LACI. / MHTÉ munkatársai /



### Csipkés József

1945-2021

Mély megrendüléssel értesültünk barátunk, kollégánk Csipkés József haláláról. Az elmúlt évtizedekben egy szakmailag felkészült, a hegesztő szakma iránt elkötelezett, segítőkész lelkes szakembert ismertünk meg. Segítő-készsége példamutató volt. Az elmélet és gyakorlat magas szintű ismerője volt. Bármikor, bármilyen kérdéssel fordulunk hozzá, kész volt időt és energiát nem kímélve konzultálni, oktatni, beszélgetni. Szerény nagytudású embert, kollégát ismertünk meg.

Jóska okleveles gépészmérnökként,

mérnök-tanárként és hegesztő szakmérnökként szerzett diplomákat a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1971-1994 között a Budapesti Vegyipari Gépgyárban végezte hegesztőtechnológusi, főtechnológusi és vállalati hegesztőmérnöki munkáját. 1994 től szakértőként tevékenykedett az ÁEEF, az MBVTI KFT és a TÜV Rheinland Intercert KFT szervezeteknél. 1992 től a HMB, IKM MHTÉ vizsgabiztos volt. Haláláig az MHTÉ külső vizsgáztató szakértőjeként dolgozott élete utolsó napjaiban is.

Kollegaként nehéz most bármit is

mondani. Emlékezni fogunk mindenre, ami Te voltál az életünkben, felidézünk sok-sok pillanatot, huncut mosolyt, egy meleg kézfogást. Hiányozni fog a kedvesség, a szerénység, az egész lényed és nem utolsó sorban a szakmai tudásod, hozzáértésed, támogatásod. Sokat tanultunk Tőled, emberséget, empátiát, nyitottságot.

Kerestünk Neked a szívünkben egy állandó helyet, ahol mindig elérhetünk, ISTEN VELED DRÁGA JÓSKA! / MHTÉ munkatársai /



**Corweld+**

2049 Diósd, Balatoni út 21/e  
Tel.: +36-23-782-011

**A VILÁG  
ELSŐ ÍVELT  
LÁTÓMEZŐS  
AUTOMATA  
HEGESZTŐPAJZSA.**

CORWELDPLUS.HU

## GER-APP Hírek



**GER-APP**  
INACTIVITY IS NOT AN OPTION



**MÁTRA**  
HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS SZAKKÉPZÉSI KFT  
H-3271 Visonta PF.:20. Tel./Fax.:06-37/328-093; e-mail: info@matreheg.hu

### GER-APP – IO4 Hogyan lehet eredményeket elérni? Tanulói/tanítási/képzési anyag - Eszközkészlet

A Mátrai Hegesztéstechnikai Kft. 3 ország Horvát, Szlovén és Olasz partnereivel együttműködve részt vesz **Az idők egész életen át tartó tanulása** Erasmus + projekt KA2 Partnerségi projektben (**Project No 2020-1-HR01-KA204-077766**).

- Ebben a szellemi eredményben a partnerek **oktatási forráscsomagot készítenek** a workshop vagy az új didaktikai modell megvalósításának elősegítése érdekében.
- A „**Hogyan lehet eredményeket elérni?**” Gyűjteménybe csoportosított anyagok olyan eszközök halmaza lesz, amelyeket azonnal lehet a képzésben/tanításban, vagy közvetlenül a gyakorlatban alkalmazni.

- A Gyűjtemény a projektpartnerek által beadott esszét, eset tanulmányokat, gyakorlatokat, videókat, virtuális valóságbeli és más meg nem nevezett eszközöket fogja tartalmazni, melyek hozzájárulhatnak az eredményhez.
- Ez az eszközhalmaz nem csak pedagógiai forrásokból fog állni, hanem gyakorlati forrásokból is, melyeknél a fő hangsúly az olyan speciális kulcskompetenciák fejlesztésén van, melyekre az idősebb embereknek önmegvalósításuk és legszükségesebb tevékenységeik érdekében szükségük van.
- Valójában a Gyűjtemény oktatóknak és tanároknak szóló tartalommal egészíti ki a képzési programokat és irányelveket, és minden egyes kompetencia egységet (CU) figyelembe vesz. De független egységként is használható, valamint gyorsítóként és útjelzőként szolgálhat az idők különböző tevékenységeihez.

Valójában ez a Gyűjtemény az oktatási források széles választékát kínálja a tanterv minden egyes kompetencia elemére vonatkozóan, figyelembe véve azt, hogy mi került meghatározásra a kompetencia mátrixban (az IO3 alatt is kidolgozva) és ahhoz igazodva.

- Ennek a szellemi eredménynek a célcsoportjai a teljes idős népesség, a felnőttképzési intézmények, az illetékes állami szervek, továbbá az érdekelt közintézmények és civil társadalmi szervezetek. A Gyűjtemény, annak tartalma és célja teljesen innovatív és egy új eszközt képvisel széleskörű alkalmazási lehetőséggel a felnőttképzési intézményektől, egyéb időkkel foglalkozó közintézményektől bármilyen korú egyénekig, akiknek jó olvasmányul és útmutatásul szolgálhat a jövőbeni cselekvéshez.

*Benus Ferenc*

## Tájékoztató

Felhívjuk a **2016. évben roncsolásmentes anyagvizsgáló minősítést** szerzett vizsgálók figyelmét, hogy tanúsítványuk meghosszabbításának végső határideje:

**2021. 12. 31.**

A tanúsítványok meghosszabbításához az MSZ EN ISO 7912 10. pontja szerint az alábbiak szükségesek:

**folyamatos munkavégzés igazolása,**

**az aktuális éves látóképesség vizsgálat eredményéről szóló másolat MSZ EN ISO 7912 szerint** (azaz a közeli látás élessége tegye lehetővé legalább 30 cm távolságról a Jaeger 1. betűméretű szövegek olvasását, valamint színáltása legyen elegendő ahhoz, hogy különbséget tudjon tenni a munkáltató által előírtak szerinti roncsolásmentes anyagvizsgálási eljárások során használatos színek kontraszt-hatásai között).  
Ez a feltétel hazai viszonylatban a szemészeti szakrendeléseken, foglalkozás-egészségügyi rendelőkben ismert dr. Csapody István: Látáspróbák című könyvének IV. fokozat, valamint dr. Shinobu Isihara: Test for colourblindness - gépkocsivezető orvosi alkalmassági vizsgálatnál is használatos - könyvekben leírtak teljesítésével lehetséges.

**régi tanúsítvány megszüntetése.**

A szükséges dokumentumokat a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés részére szíveskedjenek megküldeni.  
(1149 Budapest, Mogyoródi út 32.)

# HÍREK

## Nemzetközi / Európai hegesztő tanfolyam vizsgázói

A Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft-nél 2020.10.26.-2021.01.05. között szervezett tanfolyam résztvevői 2021.01.11-én sikeres Nemzetközi/ Európai Sarokvarrat Hegesztő vizsgát tettek.

IW diplomások:

Alkusz István, Döme Róbert, Bors Tamás Attila, Endrődi Attila, Fehér Mihály, Gleichner Erik, Kaló László, Keresztény Zénó, Kiss Csaba Tibor, Kóczyán Zoltán, Pap Zsolt, Pásztai József, Pongrácz László, Simon Tibor, Váraljai Tibor

Vizsgabizottság tagjai:

Babics Péter Pál, Benus Ferenc

Benus Ferenc



## Nemzetközi / Európai Kiemelt hegesztő tanfolyam vizsgázói

A Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft-nél 2021.06.04.-2021.08.06. között szervezett tanfolyam résztvevői 2021.08.13-án sikeres Nemzetközi/Európai Kiemelt Hegesztő vizsgát tettek.

IW diplomások:

Berze Gábor, Csillag Zsolt Bonifác, Csordás Róbert, Dobos Marcell, Fodor Andor, Gáspár Csaba, Halász Dániel Miklós, Jozefiák Gábor, Kaszás Zoltán, Király Gergő, Kolozsvári István, Kunstár Miklós, Szabó Oszkár, Vári István, Márkus Gábor

Vizsgabizottság tagjai:

Gayer Béla vizsgabizottság elnöke Modul 4  
Dr. Varga Ferenc vizsgabizottság tagja Modul 3

Matus Gábor vizsgabizottság tagja Modul 1  
Benus Ferenc vizsgabizottság tagja Modul 2



Benus Ferenc

# HÍREK



3. ábra: Érdeklődő szakemberek az Opening Ceremony programján



4. ábra: Meghívottak a General Assembly ülésén

A bizottsági ülések kertében John Lippold előadásában bemutatásra kerültek a Welding in the World folyóirat előző évi statisztikai adatai. Az előadó hangsúlyozta, hogy az elmúlt kilenc évben a folyóirat komoly fejlődésen ment keresztül. 2020-es évre az impact factor (IF) elérte az 1,9-es értéket, amely tudományos területen jó eredménynek számít. Jelen állás szerint a javasolt cikkek mindössze 60-70 %-a kerül ténylegesen is beküldésre. Ez az érték remélhetőleg a Welding in the World folyóirat tudományos elismerésének növekedésével és erőteljesebb marketing révén javulni fog. Továbbiakban a beküldés és az elfogadás közötti bírálati idő lerövidítésre rejt magában komoly fejlődési lehetőséget. Számos bizottság esetén ez az idő akár az egy éves időtartamot is elérheti, ami a kutatók többsége számára nem elfogadható késedelem.

A C-VI Terminológia Bizottság munkájában két magyar szakember vett részt: Dr. Dobránszky János delegátus és Kristóf Csaba szakértő. A Bizottságnak az IIW/IIS-be való magyar belépéstől élete végéig Dr. Konkoly Tibor professzor volt a ma-

gyar delegáltja, aki éppen 20 éve hunyt el. Megfigyelő magyar részről nincs, de nagyon kívánatos lenne, hogy minden olyan szervezet megfigyelőt küldjön ebbe a Bizottságba, amely nemzetközi okleveles képzést végez ATB-ként, mert így testközből érzékelhetnék, hogy milyen súlyos adóssága van a hazai oktatógárdának a hegesztési szaknyelv területén.

A Terminológiai Bizottság Glenn Ziegenfuss (USA) elnök és Jérôme Dietsch (Franciaország) titkár vezetésével az előzetes napirend szerint tárgyalta meg az előterjesztéseket (pl. az ISO/TC61/WG 4 és az ISO/TC44/SC7 szabványbizottságoktól érkezett kérések, az ISO/TR 25901 szabványsorozat, az ellenállás-hegesztési fogalmak és definíciók, az elektronnyalábos hegesztési fogalmak és definíciók egyeztetése).

A Terminológia Bizottság magyar tagjai ez úton is felajánlják a tisztelt kollégáknak, hogy minden olyan témakörben, amely terminológiai vonatkozású, készen állnak a kérdések megvitatására. Ugyanakkor felhívunk minden tisztelt kollégát arra, hogy kapcsolódjanak be a magyar hegesztési szaknyelv fejlesztésébe, lépjenek

be a hazai szakmai egyesületekbe, legyenek aktívabbak ezen a téren. Különösen fontos lenne az, hogy minél többen bekapcsolódjanak a Magyar Szabványügyi Testület keretei között,

az MSZT/MB 412 műszaki bizottságban folyó munkába, ahol már elkezdődtek az ISO 25901-es szabványsorozat magyar nyelvű kiadásainak munkálatai.

A koreai Hee Jin Kim professzor által vezetett C-IX Fémek viselkedése hegesztéskor Bizottság üléseire 2021. július 14-16. között került sor. A Bizottság öt albizottságból épül fel:

- C-IX-WG1 A varratban végbemenő jelenségek matematikai modellezése;
- C-IX-C Kúszás- és hőálló varratok;
- C-IX-H Korrozíóálló acélok és nikkelbázisú ötvözetek hegeszthetősége;
- C-IX-L Gyengén ötvözött acélok varratai;
- C-IX-NF Nemvas fémek.

Az ülésen egyhangú szavazással Hee Jin Kim professzort újabb három évre választották a Bizottság elnökének. Az ülésen Tóth Tamás IIW dokumentum bemutatásával vett részt.

Elsőként a C-IX-L ülés megrendezésére került sor, amely az ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok hegeszthetőségével foglalkozik. Dr. Norbert Erzinger az albizottság elnöke vezetésével számos érdekes témát érintettek az előadók, többek között a hiperbárikus atmoszférában történő hegesztés lehetőségeiről, a nagyszilárdságú acélok elektronsugaras hegesztéssel, valamint a huzalelektrodás védőgázos ívhegesztéssel készített kötéseinek tulajdonságairól is hangzottak el érdekes új információk.

*Cikkünk folytatása a következő számunkban olvasható.*

Important dates	
Deadline for abstract submissions:	14th January 2022
Abstract acceptance and call for papers:	11th February 2022
Deadline for paper submissions:	25th March 2022
Paper acceptance:	29th April 2022
Payments:	16th May 2022
Cancellation:	8-9 Sep 2022

5. ábra: VAE 2020 online konferencia

## Óbudai Egyetem – IWT és IWS vizsgabeszámoló

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara Anyag- és Gyártástudományi Intézetének Anyagtechnológiai Intézeti Tanszéke – 7 saját oktatója és 9 külső szakember (meghívott előadó) bevonásával – 2021. február 04-én indította az IIW/EFW által jóváhagyott IAB-252r5-19 dokumentum tematikája szerinti, 309 elméleti + 60 gyakorlati tanórából álló IWT (International Welding Technologist, azaz Nemzetközi Hegesztőtechnológus) képzését. A járványügyi veszélyhelyzet és az ebből fakadó intézménylátogatási tilalom miatt az eredetileg kontakt órában tartandó elméleti előadások a tervezett eredeti órend

szerint, de távoktatásos online formában, a kari szerveren futó BigBlueButton webkonferencia rendszeren zajlottak.

A hegesztési gyakorlatokra már jelenléti formában, május 14. és június 18. között, a tanszéki hegesztő laborokban és két szerződéses partner (Mezei.M-Weld Kft., Budapesti Gépészeti Szakképzési Centrum – Szily Kálmán Technikum és Kollégium) tanműhelyeiben került sor. Az anyagvizsgálati gyakorlatok pedig részben az AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző ZRt. csepeli telephelyén, részben a tanszéki laborokban valósultak meg július 10. és 18. között. A képzés 1. része (Part I.) után esedékes – az első

3 modul kijelölt témaköreiből, 25+25+10 kérdésből álló – online tesztet is sikeresen kitöltöttek a résztvevők.

Az elméleti tanórák, valamint a záróvizsgák négy tantárgyi modul köré rendeződtek, melyek a következők: 1. Hegesztési eljárások és berendezések; 2. Anyagok és viselkedésük a hegesztés során; 3. Méretezés és tervezés; 4. Gyártás, mérnöki (ipari) alkalmazások. A képzést lezáró vizsgaszakaszok az alábbiak voltak:

- a 2021. június 29-én lebonyolított – 4 modulból és modulonként 20 kérdésből álló - EFW on-line (elektronikus) tesztvizsga;



- a 2021. június 30-án lezajlott – 4 modulból és modulonként 70 kérdésből álló – MHTÉ írásbeli tesztvizsga;
- a 2021. július 01-jén és 02-án teljesített – 4 modulból és modulonként húzott tételpár ismertetéséből álló – szóbeli vizsga.

A tesztvizsgákon és a szóbeli vizsgán elért eredmények alapján 50 fő (Antal Olivér, Bajsz Dávid Attila, Bánki Attila, Bánki Ede, Benkő Gábor, Csuti Gábor, Domonkos Szabolcs László, Dunavölgyi

Dávid Gábor, Fábíán Dániel Péter, Feil Tamás, Felvári Bálint, Gábor Attila, Gyutai Adrián, Hanti Zoltán, Homonnai Gergő, Jenei Ádám László, Kántor András, Kemény-Zayzon Gabriella Mónika, Kis Richárd Márk, Koleszár Róbert, Komáromi Gergő, Krizsanóczy Tibor, Lukácsné Németh Zsuzsanna, Mader Adorján, Magyar Zoltán, Makai Mihály, Marsi Bence Attila, Mosonyi Balázs, Nemes Szabolcs László, Pálnok László, Petres Milán, Pilise Tamás, Pósa Dániel, Sándor Zoltán, Schnieder

Márk, Serfőző Nóra, Szabó Mihály Viktor, Szigeti Tivadar, Szikora Péter, Szilágyi Gábor, Szűcs Judit Emília, Tokai János, Ungi László Gábor, Varga Gábor, Váncsa Tamás, Vindics Bence János, Vörös Csaba, Wágner Zsolt, Weiger József, Zámbó Márk) szerzett IWT, ill. EWT oklevelet. Az alábbi – a szóbeli vizsganapok végén, a Kar „Széchenyi István – Európa udvar”-ában készült – fotókon az újdonsült Nemzetközi Hegesztőtechnológusok mellett a vizsgabizottság tagjai is láthatók.

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara Anyag- és Gyártástudományi Intézetének Anyagtechnológiai Intézeti Tanszéke – 7 saját oktatója és 8 külső szakember (meghívott előadó) bevonásával – 2021. február 26-án indította az IIW/EWF által jóváhagyott IAB-252r5-19 dokumentum tematikája szerinti, 189 elméleti + 60 gyakorlati tanórából álló IWS (International Welding Specialist, azaz Nemzetközi Hegesztőspecialista) képzését. A járványügyi veszélyhelyzet és az ebből fakadó intézménylátogatási tilalom miatt az eredetileg kontakt órában tartandó elméleti előadások a tervezett órarend szerint, de távoktatásos online formában, a kari szerveren futó BigBlueButton webkonferencia rendszeren zajlottak.

A hegesztési gyakorlatokra már jelenléti formában, május 14. és 29. között, a Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakkép-

zési Kft. visontai telephelyén került sor. Az anyagvizsgálati gyakorlatok pedig részben az AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző ZRt. csepeli telephelyén, részben a tanszéki laborokban valósultak meg május 07. és június 18. között. A képzés 1. része (Part I.) után esedékes – az első 3 modul kijelölt témaköreiből, modulonként 10 kérdésből álló – tesztet is sikeresen kitöltötték a résztvevők.

Az elméleti tanórák, valamint a záróvizsgák négy tantárgyi modul köré rendeződtek, melyek a következők: 1. Hegesztési eljárások és berendezések; 2. Anyagok és viselkedésük a hegesztés során; 3. Méretezés és tervezés; 4. Gyártás, mérnöki (ipari) alkalmazások. A képzést lezáró vizsgaszakaszok az alábbiak voltak:

- a 2021. július 05-én lebonyolított – 4 modulból és modulonként 30 kérdésből álló – EWF on-line (elektronikus) tesztvizsga;

- a 2021. július 06-án lezajlott – 4 modulból és modulonként 30 kérdésből álló – MHTÉ írásbeli tesztvizsga;
- a 2021. július 07-én teljesített – 4 modulból és modulonként húzott tételpár ismertetéséből álló – szóbeli vizsga.

A tesztvizsgákon és a szóbeli vizsgán elért eredmények alapján 23 fő (Baji Dániel, Bárdos János, Benedik János, Berek Gábor, Bognár Tamás, Boldog Sándor, Fenyő Dániel, Futó Roland, Galyas Ádám, Gubicza Tamás, Hauch Zsolt István, Kanyó Zoltán Zsolt, Mészáros Balázs, Milei Gergely, Olach Balázs János, Pajor János, Reznik Renátó, Róka Tamás, Sass István, Talabér István, Tolna Ákos, Tóth Attila, Vári Gergő) szerzett IWS, ill. EWS oklevelet. Az alábbi – a szóbeli vizsganap végén, a Kar „Széchenyi István – Európa udvar”-ában készült – fotón az újdonsült Nemzetközi Hegesztőspecialisták mellett a vizsgabizottság tagjai is láthatók.






Az **OBO BETTERMANN** egy több mint 100 éves múltra visszatekintő, német családi tulajdonban lévő vállalatcsoport, mely az épületvillamossági szerelés-technika területén a világelsők közé tartozik.

A jelenleg mintegy 1300 főt foglalkoztató magyarországi OBO cégcsoport telephelye a Budapesttől 35 km-re fekvő, Bugyi nagyközség melletti ipari parkban található

Hegesztőüzemünk a fémmegmunkálási részleg egyik leg meghatározóbb területe, a XXI. századi elvárásoknak megfelelően felszerelt, benne kézi és automata hegesztés egyaránt zajlik.

A termékek üzemszerű gyártásával kielégítjük a DIN EN ISO 3834-2-es és EN 1090-2:2018 (EXC3 osztály), valamint az EN 1090-3:2008 (EXC3 osztály) szabványok követelményeit.

 2347 Bugyi, Alsóráda 2.

 +36 29 349 000

 [www.obo.hu](http://www.obo.hu)

 [obobettermannmagyarország](https://www.facebook.com/obobettermannmagyarország)

 [obobettermannmagyarország](https://www.linkedin.com/company/obobettermannmagyarország)

**Csapatunk bővítésére keresünk munkatársat az alábbi munkakörbe:**

## Hegesztési felelős

### Feladatok:

- ✓ a hegesztőüzem működésének támogatása, szakmai felügyelet biztosítása együttműködve az üzemvezetéssel,
- ✓ a minősítések/tanúsítványok megszerzéséhez szükséges szakmai támogatás, az auditokra való felkészítés, azok lebonyolítása, vállalati szintű hegesztési támogatás,
- ✓ a hegesztő és a kiegészítő berendezések, a hegesztők/gépkezelők képesítéseinek ellenőrzése, a megfelelőség biztosítása,
- ✓ a hegesztési technológia minősítésére vonatkozó módszerek ellenőrzése, a hegesztési normarendszer aktualizálása,
- ✓ további, a hegesztési felüggyellettel együtt járó feladatok ellátása.

### Elvárásaink:

- ✓ hegesztőmérnöki vagy hegesztőtechnológusi végzettség (IWT/IWE),
- ✓ releváns szakmai gyakorlat, gyártásban szerzett tapasztalat,
- ✓ anyagvizsgáló képesítés vagy annak megszerzésére való nyitottság, az angol és/vagy a német nyelv kommunikációképes ismerete
- ✓ precizitás, elkötelezettség, jó kommunikációs- és szervezőkészség.

### Amit nyújtunk:

- ✓ tanulási lehetőség, állandó szakmai fejlődés, változatos feladatok,
- ✓ korszerű, folyamatosan fejlődő környezet, szakmailag elhivatott és együttműködő csapat,
- ✓ korrekt jövedelem-csomag, mely fix és teljesítményarányos elemekből, valamint éves bónuszról és béren kívüli juttatásból áll,
- ✓ hosszú távú, biztos munkahely, tervezhető munkaidő,
- ✓ munkába járás támogatása utazási költségtérítéssel vagy ingyenes céges buszjáratokkal a környező településekről.

Munkavégzés helye: 2347 Bugyi, Alsóráda 2., (Pest megye dél)

Jelentkezés: [karrier@obo.hu](mailto:karrier@obo.hu)



# HEG-MEN Bt.

22 éve töretlenül a piacon,  
minden ami hegesztés, forrasztás és vágás.

## Jobb minőségű hegesztett kötés egészségmegőrzés kedvező ár

ha ezek fontosak keresse a **HEG-MEN Bt.**-t a piacvezető volfrám elektródák értékesítőjét



### LIMOX LUX (Pink-Szürke)

**NEM RADIOAKTÍV:** 4% ritkaföldfémeket tartalmaz, a LIMOX továbbfejlesztett változata. Tartóssága, és élettartama az összes kapható wolframelektrodánál nagyobb. Kivételes áramerhelhetőség, környezetkímélőség. AC/DC áramforrásokhoz is alkalmazható. Felhasználható ötvözetlen szénacélok-, rozsdamentes acélok-, alumínium és ötvözetek-, magnézium-és ötvözetek, bronz-, réz-, titán-, nikkell AVI hegesztéséhez. Német gyártmány.



### LIMOX (Pink)

**NEM RADIOAKTÍV:** 2% ritkaföldfémeket tartalmaz. Jó tartósság, és élettartam. Jó áramerhelhetőség, környezetkímélőség. AC/DC áramforrásokhoz is alkalmazható. Felhasználható ötvözetlen szénacélok-, rozsdamentes acélok-, alumínium és ötvözetek-, magnézium-és ötvözetek, bronz-, réz-, titán-, nikkell AVI hegesztéséhez. Német gyártmány.



### LaYzr (Neon zöld)

**NEM RADIOAKTÍV:** 1,5% Lantán-, 0,08Cirkoniumot-, 0,08% Ittrium-oxidot- tartalmaz. Legkiválóbb robothegeztéshez. Jó áramerhelhetőség, környezetkímélőség. AC/DC áramforrásokhoz is alkalmazható. Felhasználható ötvözetlen szénacélok-, rozsdamentes acélok-, alumínium és ötvözetek-, magnézium-és ötvözetek, réz-, titán-, nikkell AVI hegesztéséhez. Amerikai gyártmány.



### WL20 (Kék)

**NEM RADIOAKTÍV:** 1,8-2,2% Lantán-oxidot tartalmaz. Jó áramerhelhetőség, környezetkímélőség. AC/DC áramforrásokhoz is alkalmazható. Felhasználható ötvözetlen szénacélok-, rozsdamentes acélok-, alumínium és ötvözetek-, magnézium-és ötvözetek, réz-, titán-, nikkell AVI hegesztéséhez. Amerikai gyártmány.

rövid jelölés	tartósság	élettartam	áramerhelhetőség	környezetkímélőség
WL20	1	1	2	1
Lymox	1	1	1	1
Lymox LUX	1+	1+	1	1
LaYzr	1			

1=nagyon jó

**GYÉMÁNT TÁRCSÁS VOLFRÁM KÖSZÖRŰ!**

zatmentesen ályozható hatszám Rendkívül erős motor

**A PIACON KAPHATÓ LEGJOBB ÁRON!**

Súlya 75 dkg  
Három funkció: köszörülés, méretre vágás, ékialakítás

Volfrám elektróda köszörülés 1,6 / 2,4 / 3,2 átmérő tartományban

Ára: 170000+ Áfa  
Heg-Men Bt. kedvezően: 110000+ Áfa  
Egyéb forgalmi: 170000+ Áfa

VISSZONTELADOK JELENTKEZSET VÁRUNK!

Érd.: 06 20 9 218 533

### További kiemelt termékeink, és szolgáltatásaink:

- Pirex, és alucup gáztakarékos TIG gázterelőszettek
- Digitalis varratmérő
- Hegesztési függönyök
- Munkahelymegtartó, és munkahely teremtő lehetőségek, ajánlatok

Információért a következő elérhetőségeken keresse szakértőinket:

+3620 9218533, +3620 3728369, +3630 6220497

e-mail: [info@heg-men.hu](mailto:info@heg-men.hu) - facebook: Heg-Men Bt, és A Hegesztők oldala



## Vasúti jármű Hegesztési Ankét és Tapasztalatcsere 2021

A Magyar Vasúti jármű Hegesztési Koordinációs Bizottság és a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés (MHE) együttes szervezésében – a Magyar Hegesztési Egyesület (MAHEG) támogatásával – **2021. május 26-án** került megrendezésre a „**Vasúti jármű Hegesztési Ankét és Tapasztalatcsere 2021**” On-line ankét.

A két évente megrendezésre kerülő szakmai rendezvény központi témája a hegesztett vasúti járművek és jármű részegységek tervezésével, gyártásával, karbantartásával valamint megfelelőségük értékelésével összefüggő előírások áttekintése, a gyakorlati tapasztalatok bemutatása és megvitatása. A 2021. évi ankét és tapasztalatcsere előadói egyrészt a szabályozási környezet változásával összefüggésben az új előírások és követelmények ismertetésére, másrészt a hazai kötőpályás járműgyártás és korszerűsítés aktualitásaira ill. a gyártási és karbantartási tapasztalatok bemutatására helyezték a hangsúlyt.

Az ankéton megjelent szakemberek köszöntését követően **Gayer Béla** igazgató (Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés) ismertette a rendezvény programját és célkitűzéseit.

Első előadóként – az Ankétek történetében rendhagyó módon – a vasúti járművek hegesztésével foglalkozó szakembereket európai szinten összefogó Európai Vasúti jármű Hegesztési Koordinációs Bizottság (ECWRV) elnökének – **Profeszor Dr. Steffen Keitel** Úrnak, aki egyúttal az SLV Halle ügyvezető igazgatója is – *The new EN 15085-2 and the consequences on ECWRV and Online-Register EN 15085* című angol nyelvű előadás hallgathatták meg a résztvevők. **Dr. Rácz Gábor** Úr az Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) Vasút Szabályozási Osztály vezetője a vasúti járművekre vonatkozó jogi szabályozás változásairól tájékoztatta a résztvevőket.

**Borhy István** elnök (Magyar Vasúti jármű Hegesztési Koordinációs Bizottság) a CEN/TC 256/SC 2/WG 31 szabványbizottságban folyó munka aktualitásait, valamint az új MSZ EN 15085-2:2021 szabvány legfontosabb követelményeit ismertette. A délelőtti szekció utolsó előadójaként **Stósz István** a MÁV-START Zrt. Járműfejlesztési igazgatóság vezetője tekintette át a MÁV-START Zrt. 2021-2027 közötti időszakra vonatkozó vasúti járműfejlesztési terveit.

Az ebédszünetet követően **Koronczi László** a Stadler Szolnok Vasúti Járműgyártó Kft. hegesztési felelőse – konkrét káresetek példáinak bemutatásával – a sajtolt profilszerkezetű alumínium vasúti kocsiszekrények javítási lehetőségeit ismertette. **Gyura László** a Linde Gáz Magyarország Zrt. hegesztéstechnológiai vezetője a *Lánggyengengetés hatásának vizsgálata fizikai szimulációval* című tudományos igényességű előadásában az elmúlt években elvégzett kutatómunka aktualitásait és eredményeit tekintette át. **Berczeli Miklós** tanársegéd (Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar) a DP600-as acélok ragasztott kötési szilárdságának növelése alkalmazott plazma- és lézersugaras felületkezelés lehetőségeiről tájékoztatta a résztvevőket.

Ívhegesztő munka biztonsági kockázatait – és ezen kockázatok csökkentésének lehetőségeit – **Kristóf Csaba** a MAHEG Hegesztés munkavédelme szakbizottság elnöke tekintette át előadásában. Végezetül **Timcsák István** az igm Robotrendszerek Kft. kereskedelmi vezetője a hegesztőrobotok vasúti járműgyártásban történő alkalmazási lehetőségeire



Prof. Steffen Keitel előadása



Gyura László előadásához beérkező kérdések megválaszolása

– számos gyakorlati példa bemutatásán keresztül – hívta fel a figyelmet.

A résztvevők az elhangzott előadásokhoz kapcsolódóan a Chat felületen fogalmazhatták meg kérdéseiket és hozzászólásukat. Zárszóként **Borhy István**, a Magyar Vasúti Jármű Hegesztési Koordinációs Bizottság elnöke összegezte az elhangzottakat és vonta meg a rendezvény gyorsmérlegét. Felhívta a figyelmet az MSZ EN 15085 szabványosozat magyar nyelven történő megjelenésének fontosságára és ezzel kapcsolatosan kérte az érintett piaci szereplők támogatását.

Az elhangzott előadásokat a regisztrált résztvevők a technikai lebonyolítást végző Infotéka Kft. tárhelyén (<https://webinariumok.adobeconnect.com/pm6ati0lfx/>) 2021. június 30.-ig megtekinthetik.

A regisztrált résztvevők magas száma a vasúti járművek és járműszerkezetek hegesztésével foglalkozó szakemberek érdeklődését és szakmai elkötelezettségét igazolta. Ez úton is köszönet illeti az előadókat a magas szakmai színvonalú előadások elkészítéséért. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján előreláthatólag 2023. május havában

kerül sor a vasúti jármű hegesztési anket és tapasztalatcsere ismételt megrendezésére. A 2022. május hónapban a Varsóban megrendezésre kerülő 6. JoinTrans Nemzetközi Vasúti Jármű Hegesztési Konferencián – melyen előreláthatólag magyar érdeklőségű előadásra is sor kerül – az érdeklődő hazai szakemberek részvételére számítunk. Ezen nemzetközi konferencia azért is fontos számunkra, mert az ezt követő 7. JoinTrans Nemzetközi Vasúti Jármű Hegesztési Konferencia megrendezésére 2024. évben az IIW támogatásával Budapesten szeretnénk sort keríteni.

## Beszámoló a nemzetközi képzésekkel foglalkozó IAB bizottságok júliusi üléséről

A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) és az Európai Hegesztési Szövetség (EWF) közös nemzetközi IAB bizottságainak üléseire 2021. július 12-14. között on-line formában került sor.

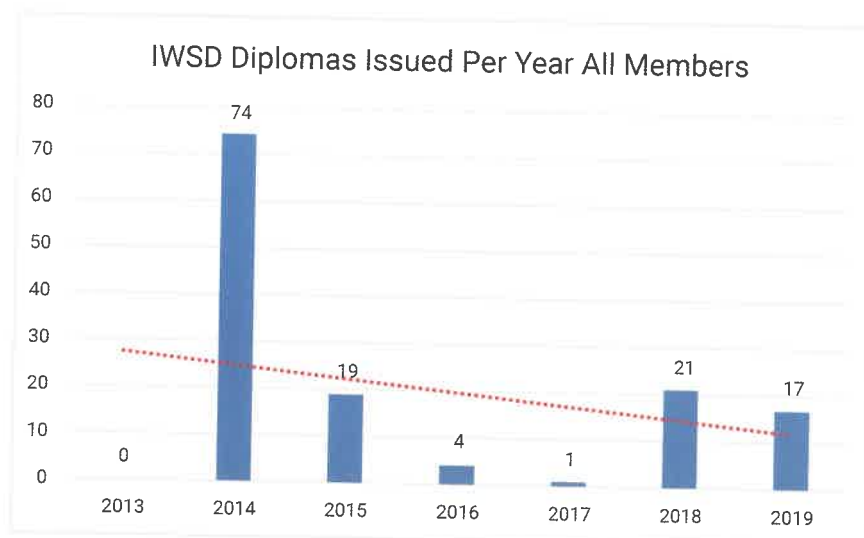
Az oktatással, képzéssel és képesítésekkel foglalkozó „A bizottság” július 12-i ülését a román Horai Dascau nyitotta meg, és vezette le. A napirendi pontok és az előző ülés beszámolójának elfogadását követően került sor az egyes munkacsoportok beszámolóira, valamint a harmonizált vizsgakérdésekre vonatkozó aktualitások ismertetésére.

**WG A#2a/2b** – Meglévő mérnök, technológus, hegesztő specialista és kiemelt hegesztő képzésekre vonatkozó irányelvek.

A német Dr. Mathias Pöge által vezetett munkacsoport az IAB252 szerinti irányelvekre vonatkozó EWF javaslatot vitatta meg, amelynek értelmében a jelenlegi 4 modul helyett a tanterv a jövőben 12 modulból épülne fel, az egyes modulok pedig külön egységként is kiejánlhatók lennének a képzésre jelentkezők ré-

szére. A változás mellett szól, hogy az új rendszer nagyobb rugalmasságot, könnyebb karrieri előremenetelt jelentene, ebből adódóan pedig várhatóan több résztvevőt vonzana. A változás ellen szól, hogy így az IAB252 dokumentum 34 oldalról 64 oldalra nőne, a vizsgák száma is megnőne, amelyhez kapcsolódóan át kellene alakítani a jelenlegi harmonizált

vizsgarendszert, továbbá az oklevelek növekvő száma is többletmunkát jelentene. Az ülésen résztvevők abban maradtak, hogy a következő időszakban folytatják az átalakítás részleteinek kidolgozását, és a következő üléseken születhet majd döntés az új, 12 modulos képzési rendszer, várhatóan 1-3 éven belüli, bevezetéséről.



1. ábra: Kiadott IWSD diplomák száma a világon

## WG A#3a – Nemzetközi hegesztő

A munkacsoport az EWF-től érkezett javaslattal foglalkozott, amelynek lényege, hogyan ismerhetők el az előzetes tapasztalatok a minősítés megszerzéséhez. A módosítás lényege az lenne, hogy releváns szakmai tapasztalatok elismerésével a képzés bizonyos részei alól a résztvevők felmentést kaphatnának.

## WG A#3b – Nemzetközi hegesztési gyártásfelügyelői személyzet

A munkacsoport vezetője Luca Costa tájékoztatást adott arról, hogy három elméleti vizsgasor került feltöltésre a harmonizált vizsgaadatbázisba, amelyeket a fordítást követően december 4-től kell az ANB-nek alkalmazniuk. A jövőben további két elméleti vizsgasor összeállítását tervezi a munkacsoport. A gyakorlati vizsgákhoz elkészült egy külön kiskönyv, amely releváns információkat tartalmaz a rendelkezésre álló szabványokból. Ezeket a kiskönyveket az ANB-ék részére elérhetővé teszik, mivel részét képezik a vizsganyagoknak. A korábbi üléseken elfogadott rend szerint jelenleg is folyik a műanyag vizsgadarabok gyártása, amelyek megszerzéséhez az ANB-éknek rendelést kel leadniuk a SAIW felé.

## WG A#7a – Hegesztett szerkezettervező mérnök

A munkacsoport tagjai az elmúlt időszakban felmérték a képzés jelenlegi helyzetét. A kiadott diplomák száma az elmúlt években az 1. ábrán szereplő módon alakult. Ebből jól látható, hogy viszonylag csekély igény mutatkozik a képzés jelenlegi formában történő megszervezésére. A munkacsoport tagjai egyedüli kiútként azt látják, ha a tanterv átdolgozásra kerül, csökkentik az óraszámot, valamint bevezetik a moduláris rendszert. További szempont, hogy a képzést elegendő egy szinten meghirdetni.

## WG A#9a – Gépesített, orbitális és robot hegesztő

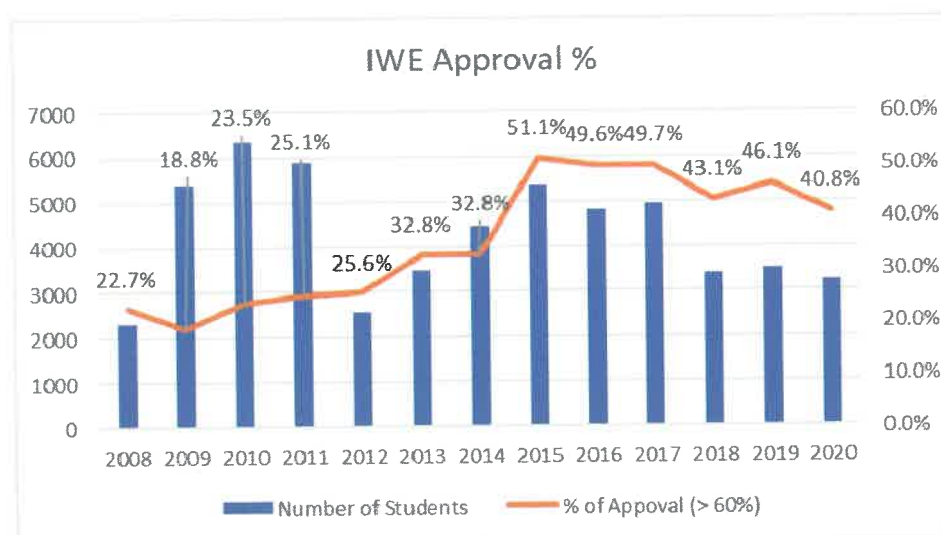
A munkacsoport elvégezte az IAB-348r1-17 irányelvek átdolgozását, amely részben szerkesztési feladatokat, részben pedig a bemeneti feltételek módosítását jelentette. A modulokon belül esetenként változott az óraszám, valamint a jövőben majd több gyakorlati óra jut a hegesztő robotra vonatkozó ismeretek átadására. Az első pilot kurzusok lebonyolítása a járványügyi helyzet függvényében 2021 őszén várható.

## WG A#11a – Harmonizált vizsgák

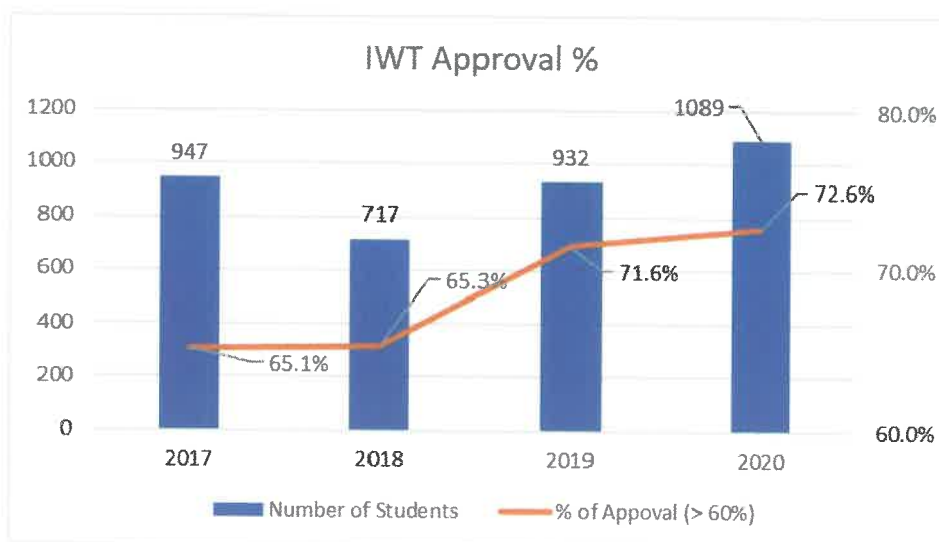
Az Italo Fernandes által vezetett munkacsoport a nemzetközi kiemelt hegesztő (IWP) vizsgakérdéseinek megújítását tűzte ki célul. Öt új vizsgasort terveznek elkészíteni külön-külön a Part 1 és a Part 1+3 részekhez, amelyhez kapcsolódóan kérik az ANB-ék részvételét a kérdések megfogalmazásában. Azok az országok, akik december 31-ig nem készítik el az új kérdéseket, 1000 EUR büntetésben részesülnek.

## Harmonizált vizsgák és vizsgaadatbázis

Az IAB 252 szerinti képzések vizsgakérdésoraival foglalkozó munkabizottságok közül továbbra is egy-egy önkéntest várnak az 1. és a 2. modulba, két önkéntest pedig a 3. modulba. A 4. modullal foglalkozó bizottság jelenleg teljes létszámmal működik, tagjai között van Dr. Gremspenger Géza Magyarország részéről. A munkacsoportok tekintetében fontosnak tartom megjegyezni, hogy az előzőekben felsorolt bizottságokban egyelőre kis aktivitással vesznek részt magyar hegesztési szakemberek. Aki Magyarország részéről affinitást érez egy-egy munkacsoport munkájába bekapcsolódni, az MHTE-én keresztül lehetősége nyílik a részvétellel!



2. ábra: A nemzetközi hegesztőmérnök (IWE) harmonizált vizsgákon résztvevő hallgatók száma és a vizsgák eredményessége 2008-2020 között



3. ábra: A nemzetközi hegesztőtechnológus (IWT) harmonizált vizsgákon résztvevő hallgatók száma és a vizsgák eredményessége 2017-2020 között

A 2. ábra a nemzetközi hegesztőmérnöki (IWE) képzés, a 3. ábra pedig a nemzetközi hegesztőtechnológus (IWT) képzés harmonizált vizsgáin résztvevő hallgatók számát és a vizsgák eredményességét foglalja össze. A vizsgákkal kapcsolatban problémát jelent, hogy nem minden létrehozott vizsgához töltik ki a kérdéseket a résztvevők, ebből adódóan pedig nehéz megbízható statisztikát készíteni. További probléma, hogy több ANB még az IAB 252 dokumentum 2016-os revíziója alapján állítja elő a vizsgasorokat, miközben az irányelveknek van egy újabb, 2019-es változata.

A Stefano Morra által vezetett „B bizottság” ülésére július 13-án került sor. Ez a bizottság alapvetően a képzésekre vonatkozó jogosultságokkal, illetve az ANB-ék tanúsításával foglalkozik. A napirendi pontok és az előző ülés emlékeztetőjének elfogadását követően az alábbi témakörök megvitatására került sor:

### IAB 252 szerinti bemeneti feltételek módosítása

Az ülés első részében a résztvevők a nemzetközi hegesztőmérnök (IWE) képzés bemeneti feltételeinek módo-

sításával foglalkoztak. Az elhangzott javaslatban az szerepelt, hogy a képzésre jelentkezőknek minimum BSc vagy azzal egyenértékű egyetemi diplomával kell rendelkezniük. A szakmai tapasztalatra vonatkozó követelmények az új rendszer szerint várhatóan majd a végzettségtől fognak függeni a követelők szerint:

- közvetlen bekapcsolódás a képzésbe szakmai tapasztalat nélkül: anyagmérnök, korróziós mérnök, vegyészmérnök, mérnökfizikus, gépészmérnök, járműmérnök, építőmérnök, ipari mérnök;
- kétéves szakmai tapasztalat fém-megmunkálási vagy hegesztési területen a diploma megszerzését követően: villamosmérnök, energetikai mérnök, bányamérnök, műszaki menedzser, mechatronikai mérnök, mérnökinformatikus, telekommunikációs mérnök;
- négyéves szakmai tapasztalat fém-megmunkálási vagy hegesztési területen a diploma megszerzését követően: agrármérnök, textilipari mérnök, hangmérnök, biomérnök, környezetmérnök stb.

A javaslatot végül nem bocsátották szavazásra. A résztvevők abban marad-

tak, hogy a bemeneti feltételek módosítására vonatkozó előterjesztést a következő ülésig még átdolgozzák.

### Engedélyekkel és felhatalmazásokkal kapcsolatos tevékenységek

Az auditorok vonatkozásában az ülésen egy kisebb vita alakult ki arról, hogy az auditorok jelentős része Európából kerül ki, miközben Ázsiából lényegében alig van olyan auditor, aki részt vesz az ANB-ék tanúsításában, miközben a hegesztési terület az ott lévő országokban komoly fejlődésen megy keresztül. Az MHTE soron következő auditjára az ANB és az ANBCC 2023 januárban esedékes megújítása miatt várhatóan 2022 júliusáig kerül sor, amelynek eredményéről a 2022 őszi EWF ülés, valamint a 2023 januári IAB ülés keretében terveznek beszámolni.

Az A és B bizottságok közös megbeszélésére július 14-én került sor. Ez az ülés alapvetően a képzések népszerűsítésével, illetve a marketing lehetőségek áttekintésével foglalkozott.

Dr. Gáspár Marcell  
egyetemi docens, az MHTE IAB delegáltja

# HÍREK

## Nemzetközi hegesztőmérnök (EWE/IWE) végeztek a Nyíregyházi Egyetemen

A sikeres írásbeli és szóbeli vizsgát követően 2021. június 12-én vették át oklevelüket a Nyíregyházi Egyetem sorrendben 4. Nemzetközi hegesztőmérnöki képzésének hallgatói.

A 448 órás (388 elméleti és 60 órás gyakorlati) képzés a hagyományos oktatási rendben indult 2020. március 06-án, péntek-szombati óratartással.

Röviddel a kezdés után a COVID okozta veszélyhelyzet miatt az elméleti órákat már távoktatási formában folytattuk, a laboratóriumi gyakorlatokat igyekeztünk személyes részvétellel, az előírások maximális betartásával teljesíteni. A kihelyezett gyakorlatokat a Mátrai Hegesztéstechnikai Kft-nél Vissontán, a Mátra-Diagnosztika Kft-nél

Gyöngyösön és a Linde Kft. hegesztés-technikai laboratóriumában tartottuk. A hallgatók részt vettek a XXX. Jubileumi Nemzetközi Hegesztési Konferencia 2021. január 28-30 között tartott online előadásain és a REHM Kft több szakmai rendezvényén.

A felsőoktatásban bevezetett előírások az írásbeli és a szóbeli vizsgák szervezésére is kihatottak. A különleges helyzetet mutatják a szóbeli vizsgán készült felvételek, az oklevél átadás „kézfogása” is örökre emlékeztetes marad.

A 2021. június 12-én megtartott szóbeli vizsgát követően a 13 fő tanfolyami hallgatóból 11 új Európai/Nemzetközi hegesztőmérnök vehette át az EWE/IWE oklevelet.

A vizsgabizottság tagjai és a vizsgáztatók

- Dr. Gáspár Marcell, Dr. Szigeti Ferenc (1. modul),
- Dr. Palotás Béla, Dr. Varga Ferenc (2. modul),
- Dr. Balogh András, Dr. Katusa Levente, Dr. Péter László (3. modul),
- Gayer Béla (elnök), Dr. Gremesperger Géza (4. modul) voltak.



A szóbeli vizsga után készült csoportképen az első sorban (balról jobbra) Nemes Csaba, Hlavács Csaba, Balogh Gyula, Zubán Zsolt, Oláh Andor, Takács Dániel, a második sorban Bai Tamás, Soós Ákos, Nyikes Csaba, Csóka Krisztián, Kertész Gábor állnak.



## Az MHTÉ néhány társintézményei folyóiratainak aktuális címjegyzéke

### WELDING in the WORLD, Volume 65 – issue 7

Review Article

A review of high energy density beam processes for welding and additive manufacturing applications

*T. Patterson, J. Hochanadel, S. Sutton, B. Pantan, J. Lippold*

Research Paper

Contactless temperature measurement in wire-based electron beam additive manufacturing Ti-6Al-4V

*F. Pixner, R. Buzolin, S. Schönfelder, D. Theuermann, F. Warchomicka, N. Enzinger*

Research Paper

Investigation of joints from laser powder fusion processed and conventional material grades of 18MAR300 nickel maraging steel

*W. Tillmann, L. Wojarski, T. Henning*

Research Paper

The multi-objective optimization modelling for properties of 301 stainless steel welding joints in ultra-narrow gap laser welding

*Long Chen, Tao Yang, Yuan Zhuang, WeiLin Chen*

Research Paper

Laser welding of austenitic ferrofluid container for the KRAKsat satellite

*Rafał Janiczak, Krzysztof Pańcikiewicz*

Research Paper

Extension of the process limits in laser beam welding of thick-walled components using the Laser Multi-Pass Narrow-Gap welding (Laser-MPNG) on the example of the nickel-based material Alloy 617 occ

*Benjamin Kessler, Dirk Dittrich, Berndt Brenner, Jens Standfuss, Christoph Leyens*

Research Paper

Experimental characterization of stainless steel 316L alloy fabricated with combined powder bed fusion and directed energy deposition

*Kumaran M, Senthilkumar V*

Research Paper

Effects of AISi12 interlayer on microstructure and mechanical properties of laser welded 5A06/Ti6Al4V joints

*Xiongfeng Zhou, Xiaobing Cao, Fan Zhang, Zhi Chen, Ji'an Duan*

Research Paper

CFD-based modelling of phase transformation in laser welded low-carbon steel

*Aleksander Siwek*

### WELDING in the WORLD, Volume 65 – issue 8

Research Paper

Preliminary investigation of a novel process: synergistic double-sided probeless friction stir spot welding

*Q. Chu, W. Y. Li, Y. F. Zou, X. W. Yang, S. J. Hao, X. C. Liu, W. B. Wang*

Research Paper

Refill friction stir spot welding of aerospace alloys in the presence of interfacial sealant

*Pedro Sousa Santos, Anthony R. McAndrew, João Gandra, Xiang Zhang*

Research Paper

Establishment of calculation model for the viscoplastic heat production in friction stir welding process

*Fang Yan, YuCun Zhang, XianBin Fu, Songtao Mi*

Research Paper

Strength and fracture behavior of AA2A14-T6 aluminum alloy friction stir welded joints

*Yue Wang, He Ma, Peng Chai, Yanhua Zhang*

Research Paper

Numerical simulation of temperature distribution by 9-point finite difference scheme to study the weld properties of AA1100 friction stir-welded joints

*N. Pallavi Senapati, Rajat Kumar Bhoi*

Research Paper

Approach to plastic deformation and strain rate in FSW process

*Elizabeth Hoyos, Yesid Montoya, Ricardo Fernández, Gaspar González-Doncel*

Research Paper

A measurement method of weld temperature and tool positioning during friction stir welding process

*Song-tao Mi, Yu-cun Zhang, Xian-bin Fu, Fang Yan, Jiu-li Shen*

Research Paper

Dissimilar joining of stainless steel and aluminum using twin-wire CMT

*Wanghui Xu, Huan He, Yaoyong Yi, Haiyan Wang, Chen Yu, Weiping Fang*

Research Paper

Effect of different variants of filler metal S Ni 6625 on properties and microstructure by additive layer manufactured using CMT process

*Manuela Zinke, Stefan Burger, Julius Arnholt, Sven Jüttner*

### Der Praktiker – 2021. 4. szám:

Brennschneidbetrieb modernisiert Schweißfügenreparatur -

Anspruchsvolle Großbauteile schnell und einfach anfertigen: p 128 – 130.

*Stefanie Kaufmann*

Interview: Kleben wird auch für Schweißaufsichtspersonen ein immer wichtigeres Thema

Prozesssicherheit und – Qualität voranbringen p – 132 – 133.

*Julian Band*

Aufgaben und Verantwortung von Schweißaufsichtspersonen

Aufstieg zur verantwortlichen Schweißaufsichtspersonen – herzliche Gratulation! – und nun?: p 134 – 138.

*Christian Stangl*

„COBOTS“ – Leichtbauroboter für die Mensch – Roboter Zusammenarbeit –

Kollege Roboter – Hand – in Hand mit dem Schweißer – p 140 – 145.

*Hannes Tran*

Erweiterte Bildverarbeitung für die Schweißprozessüberwachung –

Von Stand der Technik – p 146 - 150.

*Eren Aydin*

## Der Praktiker – 2021. 5. szám:

Laserstrahlschweißen in der Batteriefertigung –  
Kein Lithiumbrand durch Wärmeeintrag – p 194 – 196.

*Nicki Teumer*

Schweißnähte gezielt, nachhaltig Effizient reinigen –  
Mitteldruck-Wasserstrahl statt Festkörper-Strahlmittel – p 197 – 199.

*Doris Schulz*

Laserstrahlbeschichtete Bremscheiben verringern  
Feinstaubentwicklung –

Abrieb nachhaltig ausbremsen p – 200 – 202.

*Thomas Molitor*

Neubau einer mobilen Rettungswinde für die Gru-  
benrettung – Erfolgreiche Zusammenarbeit p – 206  
– 209.

*Andreas Hachmann*

Induktionslötungen mit Tiefeninduktion –  
Neue Anwendungen – p- 210 – 216.

*Thomas Vauderwange*

## Der Praktiker – 2021. 6. szám:

Eigenschaften und Anwendung von Schweißkammeras-  
Lichts ins Dunkel bringen – p – 238 – 240.

*Eren Aydin*

Sanierung eines Fördergerüsts aus dem Jahr 1980 –  
Schweißen und Bolzen setzen im Verbund p – 242  
– 247.

*Andreas Hachmann*

Neue Sichtprüfungsnorm Luft- und Raumfahrt DIN  
19828 –

Sichtprüfung sicherer machen – p – 248 – 250.

*Peter Lutz*

Vergleich Chinesischer und Europäischer Normen  
für unlegierte Baustähle und Feinkornbaustähle –  
Baustähle aus China – Vertrauen ist gut Kontrolle  
ist besser! p – 251 - 262.

*Jochen Schuster*

## Der Praktiker – 2021. 7. szám:

Staatliche Förderung und CO<sub>2</sub>-Einsparung durch  
Umstellung auf Schweißstromquellen

CO<sub>2</sub> und Kosten einsparen – p – 304 – 306.

*Svenja Linn-Stein*

„SAUBERE“ Roboter-Lichtbogenschweißzelle für he-  
utige und künftige Anforderungen  
Chancen für KMU p – 308 – 310.

*Emil Schubert und Sascha Rose*

Laserstrahlschneidanlage und Auflageleisten-  
Reiniger bei der Bearbeitung von  
Aufzugblechen –  
Aufzugbleche produktiv bearbeiten p – 311 –  
314.

*Peter Klingauf*

Explosionsfestes verschließen zweier Ber-  
gwerksschächte –

Alt und neu im Betonverguß – p – 315 – 321.

*Andrea Hachmann*

Von den Zusammenhängen in unserem Wissen –  
zum 200. Geburtstag von Herman Helmholtz, Teil 1  
Die Wurzeln unseres Wissens – p – 322 – 327.

*Joachim Schmidt*

## Der Praktiker – 2021. 8. szám:

Kondensatorschranke ermöglichen hohe Leis-  
tungsimpulse beim Induktionswärmen –  
Energie und Kosten sparen mit Zwischenspeichern  
– p- 354 – 355.

*Jens Heitmann*

Schweißprozessmanagement als Wettbewerbsvor-  
teil –  
Digitale Lösungen rund um die Schweißtechnik – p  
– 356 - 359.

*Kristen Ludwig*

Tipps für mehr Sicherheit beim Schleifen –  
Ergonomisch und sicher schleifen p – 360 – 362.

*Thomas Preuß*

Betrachtungen zu Einsparmöglichkeiten bei der  
Beschaffung von Chemieapparaten am Beispiel der  
Grundwerkstoffe –

Anregungen zur Werkstoffauswahl – p – 363 – 367.

*Ulrich Killing*

Von den Zusammenhängen in unserem Wissen –  
zum 200. Geburtstag von Hermann Helmholtz, Teil 2, -  
Naturwissenschaft und Fortschrittsdenken – p – 368  
– 371.

*Joachim Schmidt*

## WELDPPOINT - 2021. március – Singapore Welding Society

Assessing Flow-Accelerated Corrosion with Pulsed  
Eddy Current (PEC) – p. 7 – 8,

33<sup>th</sup> AWF Governing Council Meeting, Taskforce And  
Committee Meetings

8<sup>th</sup> Asian Welding Technology And Application Fo-  
rum p – 9 – 12,

International Welding Inspection Personnel – over-  
view Access conditions, course schedule - p – 14 – 17.

## WELDPPOINT - 2021. június - Singapore Welding Society

3D Printing for Development of Ultrahigh Strength  
Steels – p – 13 – 20,

Carbon, LIBS and The Difference Between L+H  
Steels p – 21 – 24,

International Welding Inspection Personnel – over-  
view Access conditions, course schedule - p – 25 - 28.

## VALK WELDING – MAILING – 2021-1.

Rosenbauer is leading manufacturer of firefighting  
technology – 4 - 5,

Welding robot in steel construction – p – 6 - 7,

First robot, high benefits – p - 8,

Clinical support products on the welding robot p – 9,

Mare takes welding to the next level – p – 10 – 11,  
Grade 2XL, new step in wire Arc Additive Manufac-  
turing (WAAW) – p 12,

First commercial application of WAAM supplied by  
Valk Welding p – 13 - 14,

Amable: RAMLAB delivers its first TiAl4V part – p –  
1416,

Limeparts Drooghman p - 17 – 15,

Increasing output by developing the latest techno-  
logy p- 17,

Welding of Kögel chassis frames p – 18 – 20,

MET-CHEM chooses to cooperate with Valk  
Welding p – 21,

At GMM the robots also welds studs p – 22 – 23,

Kvemeland DK optimises welding robot use – p – 24.



# ARISTO 500ix

## ROBUST FEED U6-TAL ÉS ROBUST FEED U8<sub>2</sub>-VEL

### AZ ARISTO® 500ix ÁRAMFORRÁS ROBUSTFEED U6 VAGY ROBUSTFEED U8<sub>2</sub>

Az Aristo 500ix egy kiváló súly/teljesítmény arányú ipari felhasználásra szánt impulzus áramforrás, megbízható és robusztus kialakítással. A Robust Feed U6-tal vagy a Robust Feed U8<sub>2</sub>-vel kombinálva kiváló megoldást nyújt a legnagyobb kihívást jelentő munkák elvégzéséhez.



GLOBALLY CERTIFIED  
MANAGEMENT SYSTEMS

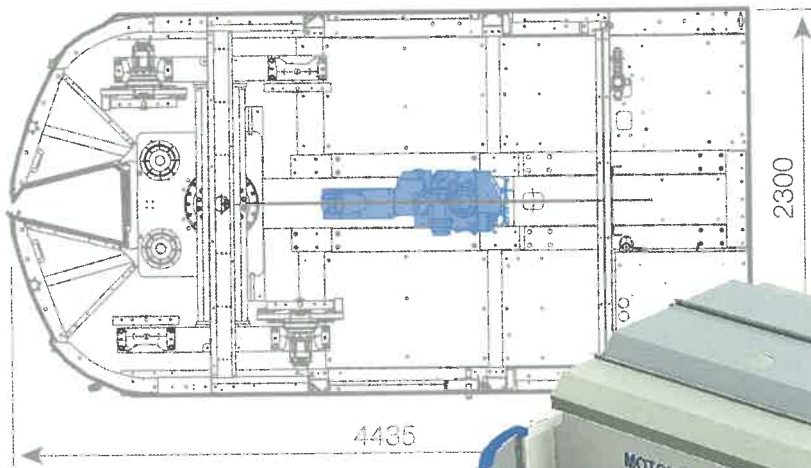
ESAB / [esab.com](http://esab.com)



# YASKAWA

**Kompakt robothegeesztő cellák**  
széles méretválasztékban:  
kis- és közepes méretű  
munkadarabokhoz.

- Kis helyigény
- Gyors és egyszerű telepíthetőség,  
és áthelyezhetőség
- Esztétikus kivitel
- Kedvező ár, rövid szállítási határidő



 **Flexman**  
ROBOTICS

Flexman Robotics Kft.  
+36 1 256 2281 | [facebook.com/FlexmanRobotics/](https://facebook.com/FlexmanRobotics/)

## Interjú Dr. Palotás Bélával

**Nagy kihívások előtt áll a Dunaújvárosi Egyetem: a tervek szerint az idei évben alakulnak alapítványi egyetemmé, és több új szak elindítását is tervezik. A legfontosabb azonban, hogy itt kap majd helyet a Paks II Kompetencia Központ is, amivel kapcsolatban már folyamatos egyeztetés zajlik. Dr. Palotás Bélával, az Anyagtudomány és Technológia Tanszék professzor emeritusával beszélgettünk az egyetem és a Paks2 projekt jövőjéről.**

### - Mióta tagja Ön az Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülésnek (MHtE)?

Amióta elindult. Először a Budapesti Műszaki Egyetemet képviseltem az akkori igazgatósági tanácsban, ez még 1991-ben volt. Azóta mindvégig ott voltam a testületben, és 2010-től kezdve már a Dunaújvárosi Egyetemet képviselem. Ez az egyetem lesz a Paks II kompetencia központja, így az ezzel kapcsolatos kihívásokról is rendszeresen egyeztetünk.

### - Ebben milyen szerepet vállal az Egyesülés?

Az MHtE kötött egy együttműködési megállapodást a Dunaújvárosi Egyetemmel, közösen fogjuk például a hegesztők minősítésére vonatkozó követelményeket meghatározni. Azt is vállalta az Egyesülés, hogy szakdolgozat témákat ad az egyetemnek és az állaspályázatokban is segít. A hegesztéshez kapcsolódik az anyagvizsgálat is, aminek területén komoly fejlesztések vannak nálunk. Színvonalas, új eszközökkel felszerelt anyagvizsgáló laborunk lesz a roncsolásos vizsgálatokhoz, de a roncsolásmentesekhez is több új gép, többek közt röntgen és ultrahangos berendezés is rendelkezésre áll majd. A hegesztő szakemberképzésbe is bekapcsolódik az egyetem, hegesztőtechnológus és hegesztőspeciálista képzést is indítunk, amelyek előkészítése most folyik. Az első kurzusokat ősszel szeretnék indítani, az Egyesülés fogja ezeket akkreditálni, hogy az EU-s IWT (Nemzetközi Hegesztőtechnológus), EWT (Európai Hegesztőtechnológus) és az EWS/IWS (Európai/Nemzetközi Hegesztési Specialista) képzés feltételeinek is megfeleljenek.

### - Az egyetem nem sokára alapítványi egyetemmé alakul. Ez milyen változásokkal jár együtt?

Ha minden igaz, ez év szeptemberétől már az állam által kinevezett kuratórium fogja meghozni a legfőbb döntéseket, ők határozzák majd meg a fejlesztési irányokat. A kuratóriumban hozzáértő szakemberek ülnek majd, az elnök például Süli János miniszter úr lesz. Jelenleg ennek az előkészítése zajlik. A legtöbb egyetem eddig pozitív tapasztalatokat osztott meg az alapítványi működtetéssel kapcsolatban, és nem elhanyagolható az sem, hogy a kormány 1500 milliárd forintot tervez a felsőoktatásra fordítani.

### - Milyen szakok vannak jelenleg és milyenek indulhatnak a közeljövőben?

Folyamatosan fejlődik a képzés, több szakot is tervezünk indítani. Régen itt elsősorban kohászképzés folyt, de ez ma már nagyon nem korszerű elnevezés, így anyagmérnöki szak lett az új neve.

Elindult a gépészmérnök és a tanárképzés, de a gazdaság- és társadalomtudomány irányában is bővültünk, van például nagyon népszerű gazdasági menedzsment szakunk, de médiatechnológia képzés is. Emellett tervezünk villamosmérnöki szakot indítani. Pakson rengeteg ilyen mérnökre lenne szükség, mert az irányítástechnikai kérdéseket ők tudják megoldani egy erőmű működtetése során. Ennek személyi feltételei is vannak: ez a szak nem sok helyen elérhető az országban, mert Phd-vel rendelkező oktatók sokasága lenne szükséges hozzá.

### - Van ezekkel kapcsolatosan valamilyen marketingtevékenysége az egyetemnek?

A jelentkezések erre az évre már lezajlottak, de mindig vannak kedvcsináló programok. Régebben iskolákba is eljártunk elmondani a lehetőségeket, most ez a koronavírus miatt kiesett, de nyílt napokat online formában így is tartottunk. Nagyon sokan jelentkeznek például atomenergetikai szakmérnökképzésre, őket fogják elsősorban alkalmazni Pakson és a Paks2 keretében is. Ezt a 3 féléves, másoddiplomás képzést a BME-vel közösen tartjuk: az ottani Nukleáris Technikai Intézet oktatói tartják a nukleáris tárgyakat, Paksról is tanítanak benne, illetve a mi szakembereink roncsolásmentes anyagvizsgálatot, élettartam menedzsmentet oktatnak. Budapesten a BME-n is van ilyen képzés, de az itteni megközelíthetőbb a Paks vonzáskörzetében élőknek. Várhatóan az atomerőműben dolgozók is elsősorban közülük fognak kikerülni.

### - Önhöz a fentiek közül pontosan milyen szakterület tartozik?

Az én szakterületem a hegesztés, ehhez kapcsolódik az anyagvizsgálat, anyagszerkezetek is, tehát tulajdonképpen az anyagtudomány és anyagtechnológiák. 1981-ben kezdtem, már 40 éve vagyok ezen a területen. Finnországban is

# TAGVÁLLALATI HÍREK ÉS RIPIORTOK

dolgoztam egy évet, szintén egy atomerőmű építésén. Az én feladatom a roncsolásmentes anyagvizsgálat szervezése volt, de minden hegesztési feladattal találkoztam. Ennek a szakmai tapasztalatnak most a Paks2 projekt során is hasznát veszem.

## - A Paks2 projektet hány évre tervezik?

Azt gondolom, el fog húzódni. Eredetileg 5-6 évre tervezték, de 10 év biztos lesz. Mindig vannak utólagos pénzügyi vagy technikai viták a megrendelők és a kivitelezők között. 2012-ben indult volna például a finn atom-erőmű, ahol dolgoztam, de még ma, 2021-ben sem működnek a reaktorok. Nem biztonsági, inkább kivitelezési ügyekről van szó, hogy tisztázzák, mi kinek a költsége.

## - Jelenleg milyen fázisban vannak az előkészületek?

Készítettünk egy fejlesztési tervet, amit a Paks2 vezetése és Süli miniszter úr, aztán a miniszterelnök úr is elfogadott. Törvénybe van iktatva, mennyi pénzre van szüksége az egyetemnek és milyen eszközök fejlesztése nélkülözhetetlen. Ennek megfelelően indítottunk közbeszerzési eljárásokat is, a hegesztésre vonatkozó ezek közül már sikeresen le is zárult. A hegesztés területén olyan eszközöket szerzünk be, amik eddig nem álltak rendelkezésre. Egyébként nagyon jól felszerelt hegesztői bázisa van a Dunaújvárosi Egyetemnek, szinte egyedülálló az országban. Paks2 oktatási központja is mi leszünk, ha ide érkeznek a szakemberek, akkor mindenképpen részesülnek majd munkavédelmi oktatásban - főleg a biztonság, sőt, az atomenergetikában még fontosabb radioaktív sugárzás miatt. Jelenleg az oroszok által elküldött műszaki dokumentáció ellenőrzése folyik, ezt az Országos Atomenergia Hivatal végzi. Szakértőket kértek fel hozzá, a hegesztés terén nagy valószínűséggel én is részt veszek benne.

## - Miben jelent gyakorlati nehézséget, hogy sok szakember az Európai Unió kivülről érkezik majd?

Az orosz föderáció nem mindenben követi az Európai Unió szabványokat, amelyeket EU-tagként Magyarország is alkalmaz. Náluk minden nagyon le van szabályozva, akár szigorúbban is, mint az EU-s előírások által, de sajnos a két rendszer nehezen egyeztethető. Az orosz hegesztőképzés, vizsgáztatás műszakilag minden szempontból korrekt, csak hogy nem lehet egyértelműen megmondani, melyik EU-s minősítésnek felel meg. Több száz ilyen hegesztőről lenne szó, ezért komoly dilemma, hogyan oldjuk meg ezt. Mindenkit tanfolyamra küldeni és levizsgáztatni irreális, inkább valamiféle adminisztratív procedúrát kellene kitalálni ennek az áthidalása. Ez a jövő feladata lesz, valószínű, hogy az MHTÉ is nagy részt vállal majd benne. Az biztos, hogy a nukleáris előírások szerint munkapróbát kell végeznie minden hegesztőnek, aki egyáltalán belépne az atomerőmű területére. Ezeket nem lehet megkerülni.

## - Technológiailag mennyiben tartogat kihívásokat az atomerőmű építése?

Ezen a szakterületen elég sok tapasztalatunk van. Az MHTÉ-ben folyamatosan vizsgáztatnak és adnak ki minősítéseket, itt inkább a már említett kompromisszumra lesz szükség. Ami a hegesztést illeti: ezek ismert eljárások, amiket Magyarországon is régóta alkalmaznak. Még a nukleáris térben sincs olyan feladat, amit ne tudnánk megoldani. Ami pedig az oroszokat illeti, a világon - például Afrikában és Ázsiában is - rengeteg atomerőmű működik, amit ők terveztek, ezek technológiailag és műszakilag is nagyon magas színvonalon működnek.

## FELHÍVÁS

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálói Egyesülés és az Európai Hegesztési Szövetség és a Nemzetközi Hegesztési Intézet által közösen üzemeltetett EWF/IIW-IAB szervezet Nemzeti Meghatalmazott Testületeként hegesztési Tevékenységet végző vállalatok tanúsítását végzi az



**MSZ EN ISO 3834** szabvány alábbi fejezetei szerint:

- 2. rész: Teljes körű minőségirányítási követelmények,
- 3. rész: Általános minőségirányítási követelmények.



A sikeres üzemalkalmassági auditot követően az MHTÉ nemzetközileg elismert tanúsítványt bocsát a megrendelő rendelkezésére. Az MHTÉ a NAH-6-0060/2015 nyilvántartási számú akkreditált státusza alapján MSZ EN ISO 3834-2, -3 szabvány fejezetek alapján is le tudja folytatni a tanúsítási folyamatot és ki tudja állítani a tanúsítványt.

Tanúsításra jelentkezés és bővebb információ érdekében az alábbi elérhetőségeken várjuk érdeklődését:

e-mail: [benedekj@mhte.hu](mailto:benedekj@mhte.hu), telefon: 06 70 400 2767

TECHNOLÓGIAI ELŐNY A HEGESZTÉS ÉS VÁGÁS VILÁGÁBAN

**ABICOR  
BINZEL®**

**Több mint hegesztés...**



**Cooptim®**

HEGESZTÉSTECHNIKA

*A Binzel kizárólagos forgalmazója*

*Minden, amire a minőségi munkához szüksége lehet!*

**webáruház:**

**[www.cooptim.hu](http://www.cooptim.hu)**

**Hegesztéstechnikai eszközök,**

**ív- és lánghegesztő készülékek,**

**sziszolóanyagok,**

**védőeszközök,**

**elektródák,**

**porrasztóanyagok és szerszámok**

**mind egy választékban elérhetőek  
hegesztéstechnikai áruházunkban,  
szaküzleteinkben.**

**Hegesztéstechnikai áruházunk:**

2030 **Érd**,  
Budafoki út 10.  
Tel.: (23) 521 430  
Fax: (23) 521 439  
E-mail: [aruhas@cooptim.hu](mailto:aruhas@cooptim.hu)

**Szaküzletünk:**

8000 **Székesfehérvár**,  
Géza u. 54.  
Tel.: (22) 504 170  
Tel./fax: (22) 301 751  
E-mail: [fehervar@cooptim.hu](mailto:fehervar@cooptim.hu)

# Ipari elszívó berendezések

## EGÉSZSÉGES ÉS BIZTONSÁGOS MUNKAVÉGZÉS

A hegesztési tevékenységből származó füst, mint a hegesztők első számú egészségügyi kockázata, különösen veszélyes anyag. Emiatt minden szükséges és lehetséges óvintézkedést meg kell tenni a hegesztők egészségének a védelme érdekében. (IARC).



A hegesztési tevékenységből származó füst belégzése súlyos tüdőszövődményeket okozhat, valamint károsítja az agyat és idegrendszert. Gyakori komplikációk különféle megbetegedések (tüdőtágulás; veseelégtelenség; és vérszegénység; Parkinson kór; fémgőz láz; orr irritáció, és asztma) léphetnek fel.

MADE IN ITALY



**NEW AER 201**  
HORDOZHATÓ ELSZÍVÓ BERENDEZÉS  
HEGESZTÉSI FELADATOKHOZ,  
HEGESZTŐPISZTOLYHOZ CSATLAKOZTATHATÓ



**EVO 2.2**  
HORDOZHATÓ PROFESSzionÁLIS ELSZÍVÓ  
BERENDEZÉS HEGESZTÉSI FELADATOKHOZ,  
HEPA SZŰRŐVEL



**UNI 2.2**  
HORDOZHATÓ PROFESSzionÁLIS ELSZÍVÓ  
BERENDEZÉS HEGESZTÉSI FÜST ELSZÍVÁSÁHOZ,  
CSUKLÓS ELSZÍVÓ KARRAL ÉS OPCIONÁLIS  
KARBON SZŰRŐVEL



**UNI 4.2**  
HORDOZHATÓ PORELSZÍVÓ BERENDEZÉS,  
- HEGESZTÉSI ELADATOKHOZ IS -  
ÖNTISZÍTÓ SZŰRŐBETÉTEKKEL.

Magyarországi forgalmazó: **PLTS Ipari Kft.**


H-1194 Budapest, Ungvár u. 13. | Tel: + 36 30 24 34 784 | Fax: + 36 1 700 25 70

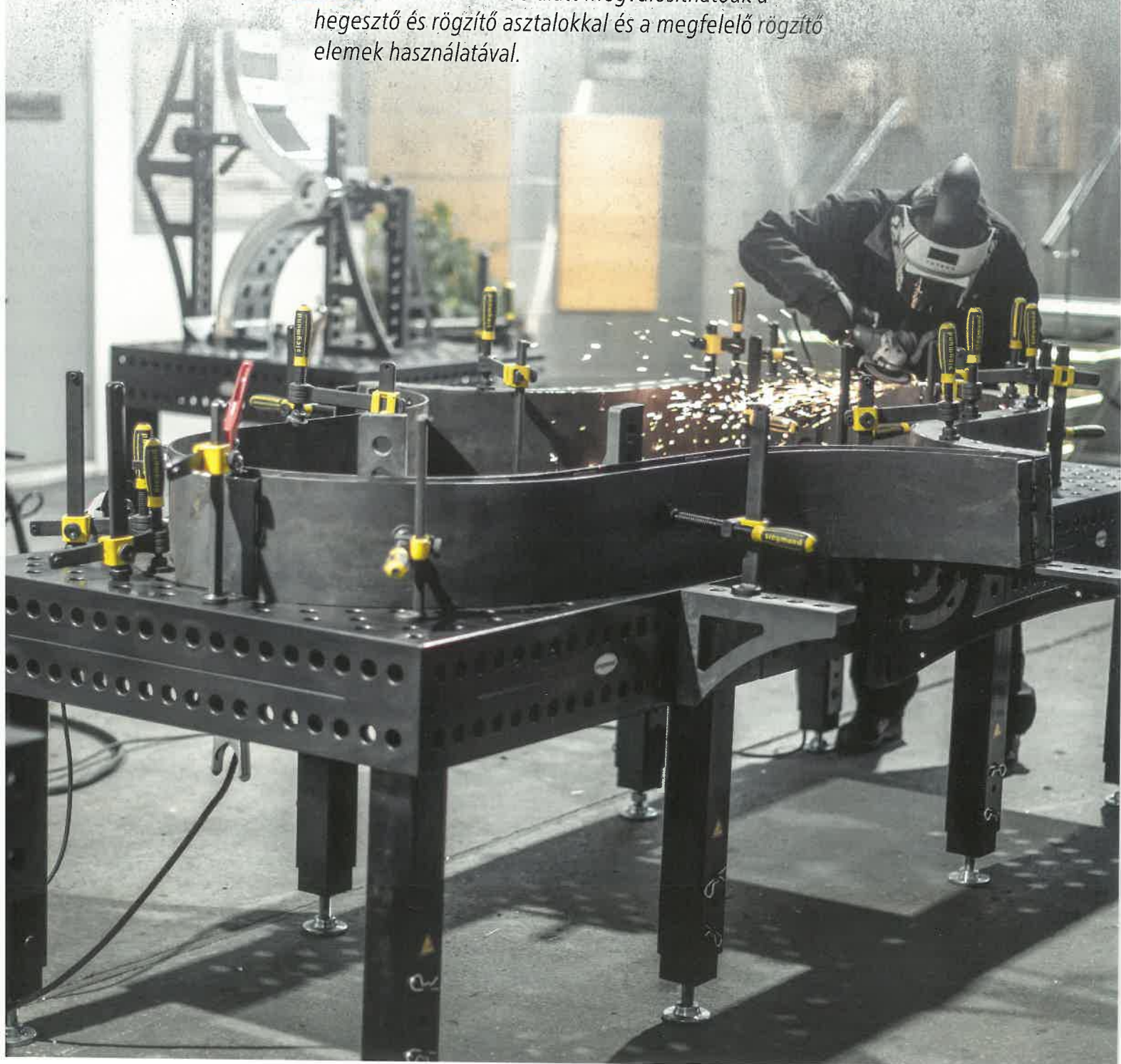
[Http://www.plts.hu](http://www.plts.hu) | [info@plts.hu](mailto:info@plts.hu)



**siegmund®**

## HEGESZTŐASZTALOK ÉS RÖGZÍTŐ RENDSZEREK

 *Legösszetettebb és legnehezebb alkalmazások is minimális idő alatt megvalósíthatóak a hegesztő és rögzítő asztalokkal és a megfelelő rögzítő elemek használatával.*



Tamás Tóth M.Sc<sup>1</sup>, Dr.-Ing. Jonas Hensel<sup>1</sup>

## *Laser beam welding under reduced ambient pressure*

<sup>1</sup>Institute of Joining and Welding - Technische Universität Braunschweig

Generally, in comparison with traditional fusion welding processes, the power beam welding technologies offer new perspectives in the manufacturing. The concentrated, reduced energy input leads to a deep penetration combined with a narrow weld seam and a less pronounced heat affected zone, consequently resulting in a low distortion of the welded part. In several application fields, such as manufacturing of powertrain components, the electron beam (EB) welding is often preferred due to its clear benefits. Reasons for this are the excellent beam quality and the utilization of vacuum, which provides a clear working environment. However, in the recent decades, the laser beam sources went through a significant development attributed to the latest achievements in the optics and electronics. The developments are primarily embodying in the reduction of the beam diameter as well as in the improvement of the beam quality. Hence, the manufacturers tend to replace systems utilizing EB with solutions based on novel high-brilliance so-

lid-state laser sources. In this way, the significant disadvantages of the EB, such as the higher machine and operating costs as well as the generated X-ray during welding can get rid of. As a result, the welding processes conducted with modern solid-state laser beam sources have been set up as a key technology for joining components in the automotive industry even there, where the EB had a predominant role before. On the one hand, the solid-state laser beam sources possess an improved efficiency compared to the CO<sub>2</sub> sources. On the another hand, a flexible beam guidance through optical glass fiber can be realized due to wavelength amounting to 1030 (Yb:YAG) – 1064 (Nd:YAG) nm. Although, due to process limitations, the potential of them cannot be fully exploited. One significant point of concern is the spatter formation, which, compared to a welding carried out by using CO<sub>2</sub> sources, more pronounced and occurs especially at higher welding speeds in keyhole mode. Hence, a productive welding process inherently entails a high amount of spat-

ter, which is not acceptable in the majority of application fields and particularly not in gearbox manufacturing.

One improvement possibility lies in the reduction of the ambient pressure, which combines the benefits of the EB processes with the ones of the laser beam welding. The primary effect of the reduced ambient pressure reveals itself through altering the pressure equilibrium. In keyhole mode welding, it reduces the minimum vapor pressure, which is required to maintain a stable cavity. This results in a more stable welding process. Furthermore, reduced ambient pressure also leads to a suppressed metal vapor plume formation. As the majority of the spatters occur due to friction between the metal vapor and the liquid phase, this effect is beneficial in terms of the spatter formation.

At the Institute of Joining and Welding of the Technische Universität Braunschweig, a technology development was carried out with cooperation of the TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH and the pro-beam AG & Co. KGaA. For con-

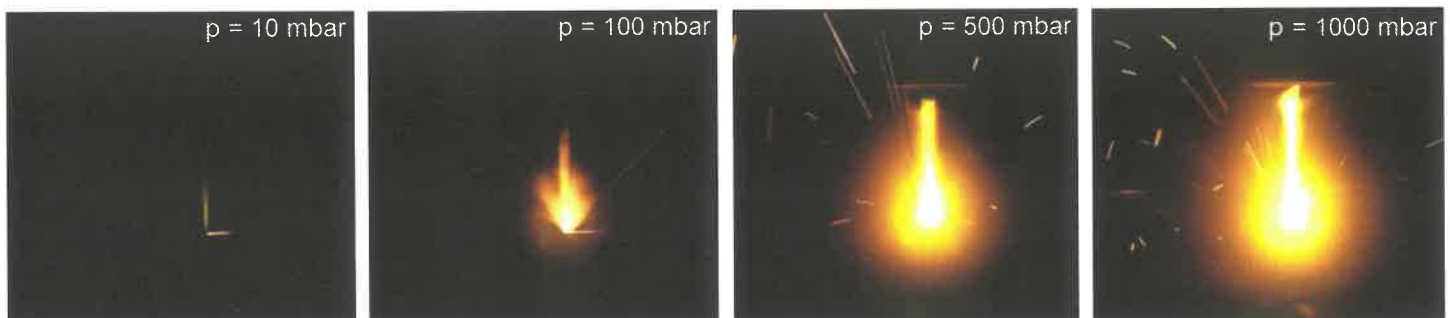


Figure 1 – The plume formation at different ambient pressures: 10 mbar (a), 100 mbar (b), 500 mbar (c) and 1000 mbar (d)

# KUTATÁS-FEJLESZTÉS



Figure 2 – Different weld geometries obtained at 10 mbar (a), 100 mbar (b), 500 mbar (c) and 1000 mbar (d) using unaltered laser parameter ( $P = 5000 \text{ W}$ )

ducting the experiments, a chamber with a vacuum system was constructed, with which an internal pressure between 0.1 mbar and 1000 mbar can be set up. The laser beam is guided to the workpiece through thick glass panes, which show no absorption at the applied wavelength and provide a proper sealing. During the welding, the process is monitored in order observe and analyze the spatter and metal vapor plume formation. Figure 1 reveals some images captured during the welding carried out at different ambient pressures. It is to be clearly seen, that the reduction of the ambient pressure suppresses the metal vapor plume as well as the plasma formation. Even at 100 mbar, the spatter formation is reduced to a great extent. Further decrease of the pressure into the regime of 10 mbar additionally leads to an almost completely spatter-free welding process. Below that point, no further significant change takes place.

The reduced ambient pressure exhibits an influence not only on the metal vapor plume formation, but also on the weld geometry (see Figure 2). The major reason for that is the dependence of boiling point on the ambient pressure. At reduced

ambient pressure, the boiling point also decreases, which makes the vapor cavity formation easier. This leads consequently to a deeper penetration, as the melting front moves principally parallel with the beam axis. Further reason is the fact, that through reducing the vapor plume, its shielding effect greatly decreases. Firstly, the particles physically block the way of the laser beam, so that a lower fraction reaches the surface. Secondly, the vapor plume consists of gases with high tempe-

ratures, which act as thermal lenses, causing a focal shift and undesirable changes in the intensity distribution. Under atmospheric conditions, the weld geometry carries the character of a typical laser beam welded seam with a pronounced nail-head formation. Through reducing the ambient pressure, the nail-head formation disappears, until the seam flanks become parallel at 100 mbar. The further decrease of the ambient pressure leads to a significant change of the weld geometry, even compared to the results obtained at higher ambient pressure values. At 10 mbar, the weld geometry resembles a vase with a narrow "neck" and a wider bottom. Nevertheless, the penetration depth can be maintained.

The influence of the reduced ambient pressure on the penetration depth is also a function of the welding speed (see Figure 3). Here, the weld trials were carried out with a laser power of 5000 W. At low welding speeds (e.g. 0,25 m/min – 0,5 m/min), the dependence is great, in particular in the range of 100 mbar and atmospheric pressure. Howe-

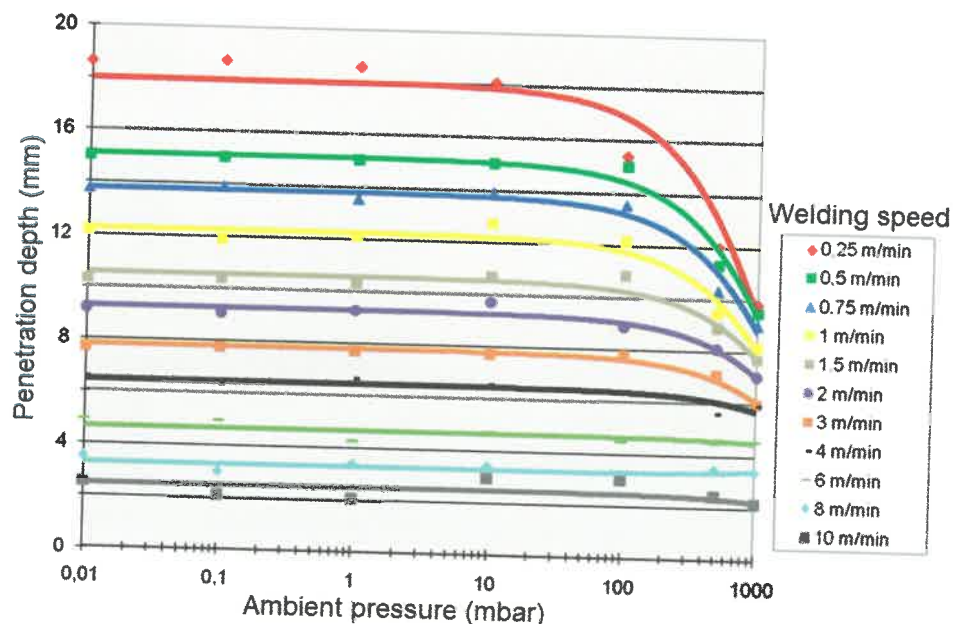


Figure 3 – Different weld geometries obtained at 10 mbar (a), 100 mbar (b), 500 mbar (c) and 1000 mbar (d) using unaltered laser parameter [1]

# KUTATÁS-FEJLESZTÉS

ver, it significantly declines, until 6 m/min, where no further influence can be observed.

Based on the obtained results, the laser beam welding under hypobaric conditions can be taken into account as a powerful alternative to electron beam welding in several application fields. The realisation of a low vacuum required for this process is significantly easier than maintaining a high vacuum which is essential for electron beam welding processes. The improved efficiency compared to the CO<sub>2</sub> laser sources combined with the possibility of the flexible beam guiding opens new perspectives in the manufacturing. The decreased ambient pressure and thus its resultant reduced spatter formation expands the process window at high welding speeds, as the welding in such regimes was linked

with a high spatter formation before. This consequently leads to economic benefits. Although, reducing the ambient pressure may affect other process characteristics and needs to be investigated in details. For instance, it strongly influences the weld pool dynamics and thus the capability of gap bridging. In the frame of ongoing studies, experiments are being carried out with particular focus on the gap bridging ability of the process.

During the conducted projects, the following papers were published:

- [1] Christian Börner, Klaus Dilger, Volker Rominger, Thomas Harter, Thomas Krüssel and Thorsten Löwer. Influence of ambient pressure on spattering and weld seam quality in laser beam welding with the solid-state laser.

Proceedings of the 30th International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics, Orlando, USA, 23–27 October 2011, pp. 621–629.

- [2] Christian Börner, Thomas Krüssel and Klaus Dilger. Process characteristics of laser beam welding at reduced ambient pressure. Proceedings of the SPIE 8603, High-Power Laser Materials Processing: Lasers, Beam Delivery, Diagnostics, and Applications II, 2013.

- [3] Markus Köhler, Tamás Tóth, Andreas Kreybohm, Jonas Hensel and Klaus Dilger. Effects of Reduced Ambient Pressure and Beam Oscillation on Gap Bridging Ability during Solid-State Laser Beam Welding, Journal of Manufacturing and Materials Processing, 2020, vol. 4, 40.

## SOYER termékek MINDEN csaphegesztési feladathoz!

	<p><i>Csúcsgyűjtásos csaphegesztés hálózatról és akkumulátorról!</i> <i>Világújdonság!</i></p>		
	<p><i>SRM technológiás csaphegesztés hálózatról és akkumulátorról!</i> <i>Világújdonság!</i></p>		
	<p><i>Ívhúzásos csaphegesztés</i></p>		
	<p><i>Automata csaphegesztő munkaállomások</i></p>		
	<p><i>2018 óta csaphegesztés oktató és vizsgaközpont</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 év tapasztalat</li> <li>- több mint 110 sikeres vizsga</li> <li>- az összes csaphegesztési eljárás</li> </ul>	<div style="background-color: #e67e22; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"><b>ÚJDONSÁG</b></div>	

SOYER Magyarország Kft. - [www.soyer.hu](http://www.soyer.hu) - [info@soyer.hu](mailto:info@soyer.hu) - +36 22/504-427

# KUTATÁS-FEJLESZTÉS

Dr. Grósz Tamás<sup>1</sup>, Grósz Gábor<sup>2</sup>, Dr. Ladányi Péter<sup>3</sup>

## Minőségbiztosítás, hegesztés, anyagvizsgálat nukleáris kutatóreaktorokhoz gyártott berendezéseknél

### 2. rész

<sup>1</sup> HNF Technologies Kft.  
1106 Budapest,  
Fehér út 10.  
grt@hnftec.hu

<sup>2</sup> HNF Technologies Kft.  
1106 Budapest,  
Fehér út 10.  
grt@hnftec.hu

<sup>3</sup> Interproject Europe Kft.  
2000 Szentendre,  
Stéger köz 8.  
peter.ladanyi@tuv.net

### 3.3 Alkalmazott alap- és hozaganyagok

A beszerzésre került alapanyag lemez, cső, rúd és kovácsolt darabok formájában érkezett (2. és 3. táblázat).

### 3.4 Hegesztés

A termoszfion hegesztés legfőbb nehézségei a következők voltak.

A moderátor kamra egy összetett alumínium csőszerkezet, ami több egymásba helyezett vékonyfalú alumínium héjszerkezetbe épül bele. Az alumínium tartályok falvastagsága 1,5 mm és a köztük levő rádiusz különbség is pont ennyi. A két tartály közötti távolságot cirkónium tüskékkel biztosítottuk. A szerkezetnek igen szoros tűrése volt, tehát a hegesztési hőtől nem húzódhatott el.

A vékony alumínium héjszerkezetek gyakorlatilag nem javíthatók, így teljesen „hibamentes” varratokat kellett készíteni. Ez az alumínium esetében nem volt egyszerű.

A csővezetékek bonyolult térbeli kialakítással, döntően duplafalúak. Így a belső varratok elkészítését bonyolult és szigorú szerelési technológiát igényeltek. A függőlegestől mért csőtenyeg eltérés max. 2 mm / 3 m. A termoszfionnál pontos egytengelyűség volt a feltétel, valamint igen szigorú tisztaság, polírozott felület biztosítása (mind az alumínium, mind az acél esetében) valamint meghatározott terméktömeg betartása (15,51 kg).

A bonyolult és egyedi termékek miatt gépesített, automatizált eljárások nem jöhettek szóba így a 141, kézi volfrámelektrodás védőgázos ívhegesztést (TIG) választottuk, PA illetve PG pozícióban forgatva, gyök- támasszal (ahol lehetett) A varratok a vékony falak miatt egysoros kialakításúak voltak. A hegesztő pálca átmérője 1,0, 1,2, 2,0 és 2,4 mm volt.

Az eljárásvizsgálatok keretében jól begyakorolt technológia és technika ellenére az alumínium varratokban nagyfokú porozitás volt megfigyelhető. Az alumínium csövek összehegesztésével nem volt gond, de ha cső és meg-

munkált például tömbből esztergált alumínium darabot kellett meghegesztetni, előfordult a varratmenti porozitás, feltehetően megmunkálási okozta mikro szennyeződés miatt. Mivel a héjak varratainak teljesen hibamenteseknek kellett lenniük, a készre hegesztett varratot hozaganyag nélkül újra átolvasztottuk és ezzel a gázok kiáramlását elősegítve sorozatosan jó, hibátlan varratokat kaptunk. Minden tartály és cső körvarrat röntgenre lett (4. ábra).

Minden egyes munkadarabot alapos tisztítási folyamatnak vetettük alá, a hozaganyagot is egyenként lecsiszoltuk és összeállítás után minden he-

Anyag megevezése	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Egyéb
Al-5456	<0,25	<0,40	<0,10	05-1,0	4,7-5,5	0,05	<0,25	<0,15	<0,15
AlMg5 GOST 4784-97	0,50	0,50	0,10	0,5-0,8	4,8-5,8	-	-	-	-
AlMg5 HNF mérés <sup>1</sup>	0,16-0,18	0,32	0,10	0,45	5,0	-	0,08	0,04	0,10
Sv-AlMg63	0,05	0,05	0,05	0,8-1,1	5,8-6,8	-	0,05	-	0,01
AlMg5	<0,01	0,11	<0,11	0,14	4,8	0,11	<0,01	0,09	-

2. táblázat: Alumínium ötvözetű alap- és hozaganyagok vegyi összetétele tömegszázalékban

<sup>1</sup>) Minden tétel alap- és hozaganyagot a HNF saját maga is bevizsgáltatta. Ezután az anyagok a MRIP (Material Reception and Inspection Plan) listába kerültek megrendelői jóváhagyásra

Anyag megevezése	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	P	S
304L	0,017	0,505	1,823	18,220	8,065	-	0,082	0,030	0,001
316L	0,019	0,400	1,060	16,660	10,080	2,010	0,048	0,029	0,001
ER308L	0,020	0,500	1,700	17,000	12,300	-	-	-	-

3. táblázat: Auszteni cső alapanyagok és hozaganyagok vegyi összetétele tömegszázalékban

# KUTATÁS-FEJLESZTÉS



4. ábra: A termoszifon alumínium ötvözetű tartálya a reflektor kamrával az összeállító asztalon

gesztendő varratélt acetonnal vagy ipari alkohollal áttörölgettük. Munkavégzés kizárólag fehér kesztyűben és fehér köpenyben történhetett.

Az összehegesztett kész berendezés hőkezelési paraméterei: felhevítési sebesség 150°C/óra, hőntartás kb. 350 °C-on 30 perc, hűtés levegőn. A hőkezelés kis egységeknél sikeres volt, de a teljes berendezés egyben történő hőkezelése káros elmozdulásokat és méret változásokat okozott, ezért később elhagytuk.

Az ausztenites vékonyfalú ( $s=1,0$  mm-től felfelé) csöveknél (5. ábra)



5. ábra: A reflektor kamra és a hőcserélő összehegesztése duplafalú alumínium / ausztenites csövekkel az összeállító segédberendezésben

Cső átmérő és falvastagság /mm/	Zsugorodás mértéke /mm/	Megjegyzés
21,3 x 2,1	0,33 <sup>1</sup> 0,57	Minimális hőbevitellel, maximális hőbevitellel és 0,5mm gyökhézaggal
88,9 x 3,0	1,09 <sup>2</sup>	Az előírt hőbevitellel
108 x 3,0	1,06 <sup>2</sup> 1,30	Minimális hőbevitellel maximális hőbevitellel és 0,5mm gyökhézaggal

4. táblázat: Az ausztenites csővarratok zsugorodási kísérleteinek eredménye

1) 6-6 vizsgálat átlaga, 2) 4-4 vizsgálat átlaga

nem merült fel a hegesztéssel összefüggő minőségi probléma.

A munka elkezdése előtt egy átfogó zsugorodási vizsgálat sorozat készült az összes jellemző méretű és falvastagságú acélső bevonásával a szoros hossz méretek egzakt kézben tartásához. A vizsgálatok lefolytatásának leírását mellőzve a 4. táblázatban lévő értékeket kaptuk.

A legyártásra kerülő ausztenites acélső rendszerek (6. ábra) egymástó kissé eltérő acélfajtákból lettek betervezve és beépítve az az A304L és A316L típusokból (az eltérés elsősorban a Mo, Ni és Cr tartalomban és a szakítószilárdság értékében van) amihez a hozaganyag gyártók különböző típusú hozaganyagot ajánlottak. Ezért átfogó eljárásvizsgálatot csináltunk a TÜV által végzett mechanikai és metallográfiai vizsgálatokkal alátámasztva. A kísérletet és értékelését mellőzve az eredmények alapján az AWS ER 308L hozaganyag alkalmazása mellett döntöttünk.

## 4. Anyagvizsgálat

### 4.1 Az ipari gyakorlatban szokványos és nem szokványos anyagvizsgálatok

Az igen alapos és a megrendelő által elfogadott Inspection and Testing Plan (ITP) alapján minden egyes darab átesett az 5. és 6. táblázat szerinti vizsgálatokon.

## 5. Összefoglalás

A HNF Technologies cég saját forrásból egy világviszonylatban is jelentős terméket, nukleáris kutatóreaktorhoz alkalmazható hidegneutron forrást tervezett és gyártott.

Ehhez – a nulláról építkezve – megteremtette a személyi és tárgyi feltételeket egy speciális hegesztőüzem és vizsgáló labor létrehozásával, kidolgozta és tanúsította a gyártási know-how-t, alapvetően új ismereteket szerzett a vékonyfalú alumínium berendezések gyártásában és vizsgálatában.

A terméket sikerült rövid idő alatt (a műhely kialakításától a krio tesztig – 1,5 év) és jó minőségben elkészíteni.

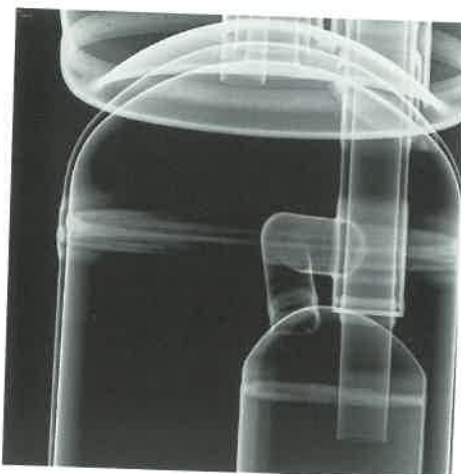


6. ábra: Az ausztenites és alumínium ötvözetű csövek összehegesztése bimetal paszdarabbal valamint egy radiális kompenzátor beszerelése

# KUTATÁS-FEJLESZTÉS



7. ábra: Beépített csőszakaszok varratának helyszíni hőszokkoltása cseppfolyós nitrogénnel



8. ábra: Az elemek elhelyezkedésének ellenőrzése röntgen átvilágítással a moderátor kamra belsejében a tartályok összehegesztése után



9. ábra: A krio teszthez készített tartályba behelyezik a legyártott, kész termoszfонт átfogó tesztelésre

Nr	Vizsgálatok megnevezése	Szabvány száma	Elfogadási kritérium	Megjegyzések
1	Vizuális vizsgálat	EN ISO 10042 (AI) ENISO 5817(Acél)	Level B Level B	Jellemzően indikáció mentes
2	Radiográfia	EN 12517-2 (AI) EN12517-1 (Acél)	Level 1 Level 1	Kezdetben némi gázosodás,
3	Festékbehatolásos vizsgálat	EN ISO 23277	Level 1	Indikáció mentes
4	Nyomáspróba	HNF házi előírások szerint	Tömörség 6 báron	Megfelelő

5. táblázat: Szokványos roncsolásmentes anyagvizsgálatok

Nr	Vizsgálatok megnevezése	Szabvány száma	Elfogadási kritérium	Megjegyzések
1	Héliumos lyukkeresés <sup>1</sup>	EN 13185,A1, EN1779, PA-ENG-7-019--89	$10^{-9}$ Pam <sup>3</sup> /sec	Sok indikáció, javítás
2	Hőszokkoltásos teszt <sup>2</sup>	HNF házi előírás	Repedés és szivárgás-mentesség	Repedést nem volt észlelhető
3	Röntgen átvilágítás több falon keresztül	HNF házi előírás	Dokumentáció szerinti térbeli elhelyezkedés	Megfelelő
4	Krio teszt <sup>3</sup>	HNF/ANSTO előírás	Szivárgásmentesség -250 °C	Megfelelt

6. táblázat: Az ipari gyakorlatban nem szokványos roncsolásmentes anyagvizsgálatok

1) A héliumos lyukkeresés [7] a hegesztési varratokra előírt szigorú gáztömörség követelmény legfontosabb vizsgálati eljárása. A kapott indikáció helyén csiszolás után cseppnyi hozaganyaggal ráhegesztéssel javítható. Bizonyos félkésztermékeknel gyakran jelentkezett tömörtelenség (gyártási „elszennyeződés” okozta porozitás vagy alapanyag hiba miatt)

2) A hőszokkoltás szimulálja a hidegforrás működése során ciklikusan fellépő 300 fokos hőlépcsőt: a 100 °C hőmérsékletre felhevített munkadarabot cseppfolyós nitrogénnel -200 °C-ig visszahűtjük és kétszer megismételjük az egész folyamatot, ezt követően megismételjük a gáztömörség ellenőrzését a héliumos lyukkereséssel.

3) A krio teszt speciális funkciópróba, ahol az egész berendezést munkahelyzetbe állítva felműszerezik és elhelyezik egy függőleges nagyvákuumtartályban, ahol létrehozható a legalacsonyabb működési hőmérséklet: 20K (kb. -250 °C). Előre meghatározott eljárásrend szerint minden lehetséges üzemiállapotot lefuttatnak a berendezésen. Ez akár egy hétig is eltart. Ha minden folyamat az előírásoknak megfelelően lefutott és sikeres, akkor történik a berendezés átvétele.

A gyártmányokat az ausztrál nukleáris kutatóintézet szakmai bizottsága vizsgálta be és átvette.

A HNF Technologies cég a kis létszámának és alacsony „overhead-nek” köszönhetően ár szempontjából igen jó pozíciót harcolt ki e berendezések tervezői és gyártói nemzetközi piacon.

## 6. Irodalom

- [1] Cser László: Kondenzált közegek vizsgálata neutronszórással. Budapest, Tipotex, 2010
- [2] J. M. Carpenter, C. K. Loong: Elements of Slow-Neutron Scattering: Basics, Techniques, and Applications. Cambridge University Press, 2015
- [3] Grósz Tamás, Rosta László: Hidegneutronok az anyagkutatásban. Fizikai Szemle 51/7 (2001), 209
- [4] Ansto, OPAL Reactor, CNS MK2 In-Pile Assembly, Thermosiphon: Technical Requirements for Manufacturing
- [5] OPAL Reactor CNS MK2 IN\_Pile Assembly Preliminary Evaluation of FMEA of CNS MK2 In-Pile Assambly, OPAL-6230-DCA-014-00
- [6] P. J. Benderich, D. Carr: Simulation of Weld Residual Stress in the Cold Neutron Source Mk. 1 Moderator and He Jacket Girth Welds for the OPAL Reactor
- [7] The Vacuum Technology Book Volume II, Pfeiffer Vacuum GmbH, 2013

AKÁR 50%-S  
KÖLTSÉGCSÖKKENTÉS

KIEMELKEDŐ  
TERMELÉKENYSÉG

KIVÁLÓ  
ERGONÓMIA

MEGBÍZHATÓAN  
ROBOSZTUS

5 ÉV  
GARANCIA\*

\* áramforrásokra vonatkozik:  
3 év normál garancia  
2 további év a végfelhasználó  
regisztrációjától számítva.

# SPEEDTEC® PULSE RANGE TÖKÉLETES TELJESÍTMÉNY

Az új SPEEDTEC® 400SP és 500SP harmadik generációs, többfunkciós áramforrások, amelyek kiemelkedő minőségű hegesztéssel és magas hatékonyságú eljárásaikkal növelik a termelékenységet és a újabb lépést jelentenek a professzionális hegesztés jövőjének útján.

- **Speed Short Arc** : gyorsabb hegesztés alacsonyabb hőbevitel mellett.
- **High Penetration Speed™** a mély beolvadású hegesztési folyamatokhoz.
- **Soft Silence Pulse™** csökkenti a zajt és egyértelműen jobban nedvesíti a rozsdamentes acélt.
- **MECHAPULSE™** kiváló minőségű varratok pikkelyezett varrat megjelenéssel.
- Magas bekapcsolási idejű, többféle eljárásra alkalmas áramforrások.
- Mindkétoldalon teljesen szigetelt PCB, kiválóan ellenáll a pornak, nedvességnek, rázkódásnak vagy rezgésnek.
- 5 éves garanciával megerősített igazán nagy teherbírás.
- Moduláris koncepció bármilyen követelmények megfelelő konfiguráció kiépítéséhez.
- Az ergonómikus tervezés megkönnyíti a hegesztők munkáját.

☎ +36 70 610 9582

✉ svegso@lincolnelectric.eu

www.lincolnelectriceurope.com

**LINCOLN®**  
**ELECTRIC**

Lama Mkanna<sup>1</sup>, Dr. Palotás Béla<sup>2</sup>

## Korszerű nagyszilárdságú acélból készített hegesztett és egyengetett kötések mechanikai tulajdonságai

2. rész

### Mechanical properties of welded and straightened joints produced from Advanced High Strength Steels

<sup>1</sup> PhD hallgató  
Dunaújvárosi Egyetem  
lamamkanna@gmail.com

<sup>2</sup> Professzor Emeritus  
Dunaújvárosi Egyetem  
palotasb@uniduna.hu

#### 3.4. Szakítóvizsgálat

A **8. ábra** a próbatestet mutatja a geometriai adatokkal. A **9. ábra** mutatja a próbatesteket a kivágás után és a megmunkálás után, a vizsgálata előtt, mindkét anyagból két próbatestet munkáltunk ki a vizsgálathoz [3].

A **2. táblázatban** a mért és számított szilárdsági tulajdonságokat mutatjuk be, a **10. ábrán** láthatók az elszakított darabok.

A feszültség-alakváltozás görbét **11. ábra** mutatja, a mintáink szín szerint vannak megkülönböztetve, ahogy azt az ábra mutatja.

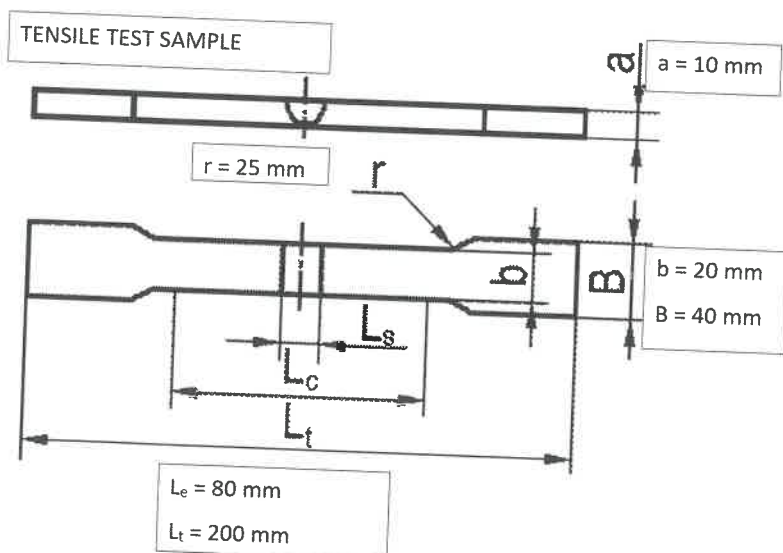
#### 3.5. Ütővizsgálat

A **12. ábrán** látható az ütőpróba próbatestje a geometriai adatokkal és a kimunkált próbatestek előkészítése a laboratóriumi vizsgálata előtt a **13. ábrán** látható. Az ütővizsgálathoz minden anyagból három mintát munkáltunk ki. Az alapanyag vastagsága miatt a próbatest vastagsága 7,5 mm volt. Ez azt jelenti, hogy a az ütőmunka követelményeket is csökkentenünk kellett.

A vizsgálat alapján a **3. táblázatot** állítottuk össze és a **14. ábrán** mutatunk be két próbatestet, az egyik rideg a másik szívós töretet mutat.



9. ábra: A próbatestek a szakítás előtt



8. ábra: Szakító próbatest

S500(5.1)

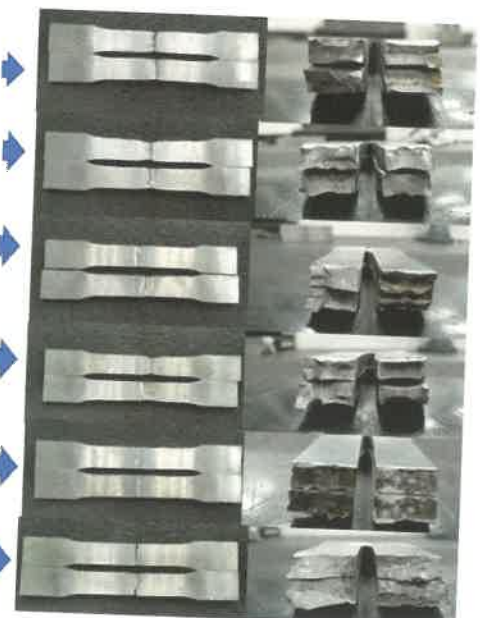
S500(5.2)

S690(6.1)

S690(6.2)

S960(9.1)

S960(9.2)



10. ábra: Fotók az elszakított darabokról

# KUTATÁS-FEJLESZTÉS

Vizsgálati azonosító / Test ID	Szélesség / Original width [mm]	Vastagság / Original thickness [mm]	Keresztmetszet / Cross sectional area [mm <sup>2</sup> ]	Egyezményes folyáshatár / Yield Strength Rp0.2 [MPa]	Legnagyobb terhelés / Maximum force Fm [N]	Szakítószilárdság / Tensile Strength Rm [MPa]	A5 szakadási nyúlás / Percentage elongation [%]	A80 szakadási nyúlás / Percentage elongation [%]	Szakadás helye / Location of break
5.1.1	19.91	7.807	155.437	510	96087	618	6.7	5.6	Varrat / Weld metal
5.1.2	19.93	7.819	155.833	467	88789	570	5.5	4.2	Varrat / Weld metal
5.2.1	20.00	7.832	156.64	507	93979	600	8.0	6.1	Varrat / Weld metal
5.2.2	19.98	7.835	156.543	499	99460	635	12.5	10.4	Varrat / Weld metal
6.1.1	20.14	7.834	157.777	517	84255	534	3.9	2.6	Varrat / Weld metal
6.1.2	20.05	7.798	156.35	672	122146	781	8.2	7	Varrat / Weld metal
6.2.1	20.02	7.839	156.937	601	117073	746	13.4	11	Hőhatásövezet / Heat affected zone
6.2.2	19.98	7.846	156.763	632	116689	744	9.0	8.6	Varrat / Weld metal
9.1.1	19.93	7.849	156.431	-	52965	339	1.6	0.2	Varrat / Weld metal
9.1.2	19.98	7.865	157.143	-	55771	355	1.1	0.3	Varrat / Weld metal
9.2.1	20.01	7.822	156.518	655	111411	712	2.6	1.8	Varrat / Weld metal
9.2.2	20.11	7.842	157.703	740	122073	774	3.9	2.6	Varrat / Weld metal

2. táblázat: A szakítóvizsgálat eredményei

## 4. Következtetések és az eredmények értékelése

A keménységértékek alapján az mondható el, hogy az S960QL jelű acélnál nem volt elegendő az előmelegítés, hiszen 380 HV értéknél is nagyobb keménységet mértünk. A növelt folyáshatárú acélokra hegesztett állapotban a 380 HV engedhető meg. A többi darabnál a keménység nem haladta meg ezt az értéket, tehát az előmelegítés megfelelő volt. A termikus egyengetés csökkenti a keménységet.

A szakítóvizsgálat szerint a szilárdság nem csökkent sem az S500MC-

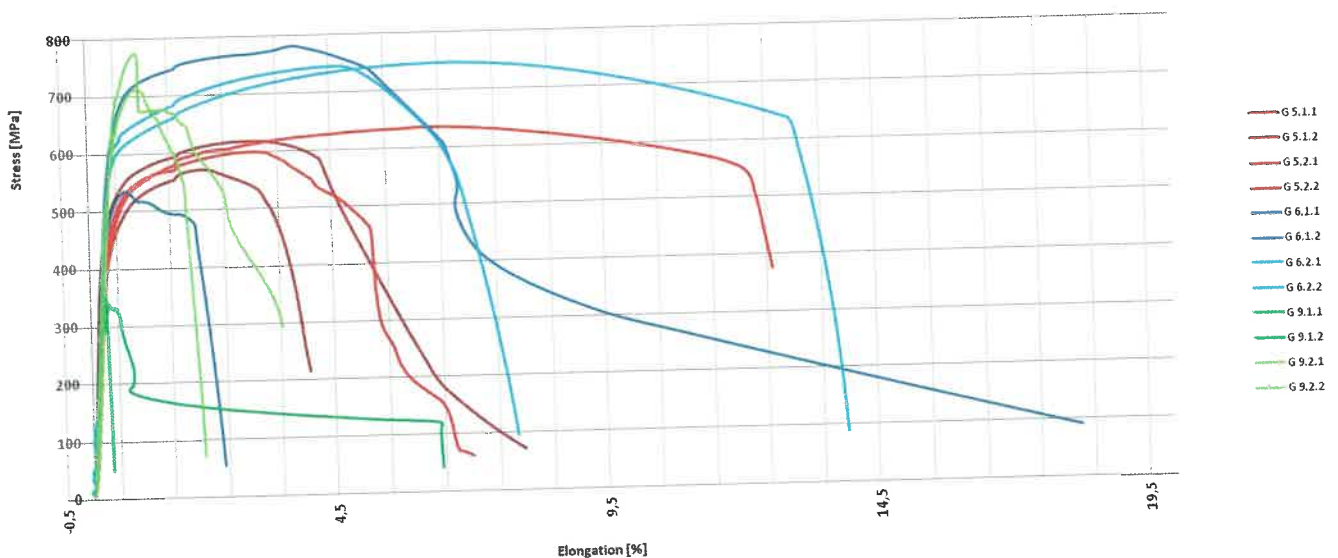
acélban sem a S690QL acélban egyengetés után. Tehát ezeknél az acéloknál a termikus egyengetés nem rontotta a szilárdsági jellemzőket. Az S960QL jelű acéloknál nem tudtuk a szilárdság változást kiértékelni.

Az ütőpróba azt mutatta, hogy sem az S500MC jelű acélnál és sem az S690QL jelű acélnál nem csökkent az ütőmunka a termikus egyengetés hatására, míg az S960QL acélnál csökkent az ütőmunka a termikus egyengetés hatására.

Az eredményeink szerint az 500 és 690 MPa folyáshatárú acéloknál a

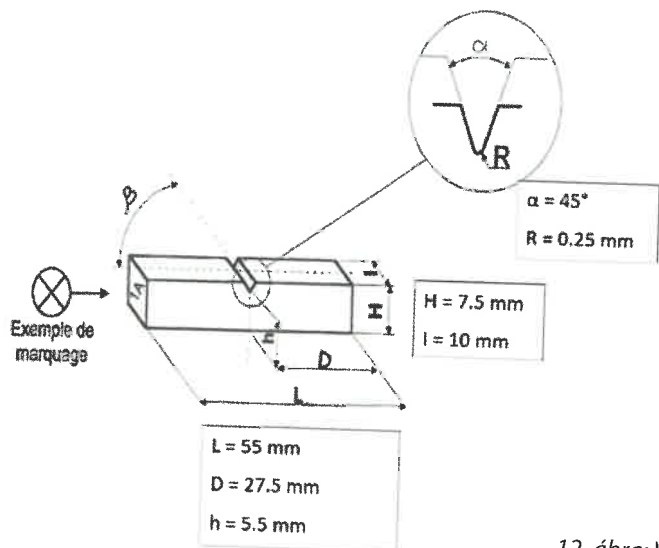
termikus egyengetés nem rontotta a mechanikai tulajdonságokat, míg a 960 - as acéloknál szívósság csökkenést tapasztaltunk. Az eredményeink lényegében összhangban vannak a [8] eredményeivel, miszerint a termikus egyengetés a mechanikai tulajdonságok romlását okozza, bár ebben a munkában a szilárdság csökkent, míg az ütőmunka nem.

Az eredmények azt mutatják, hogy a kísérleteket folytatni kell ahhoz, hogy egyértelműen megállapíthassuk azt, hogy a termikus egyengetés hogyan hat a növelt folyáshatárú acélokra.

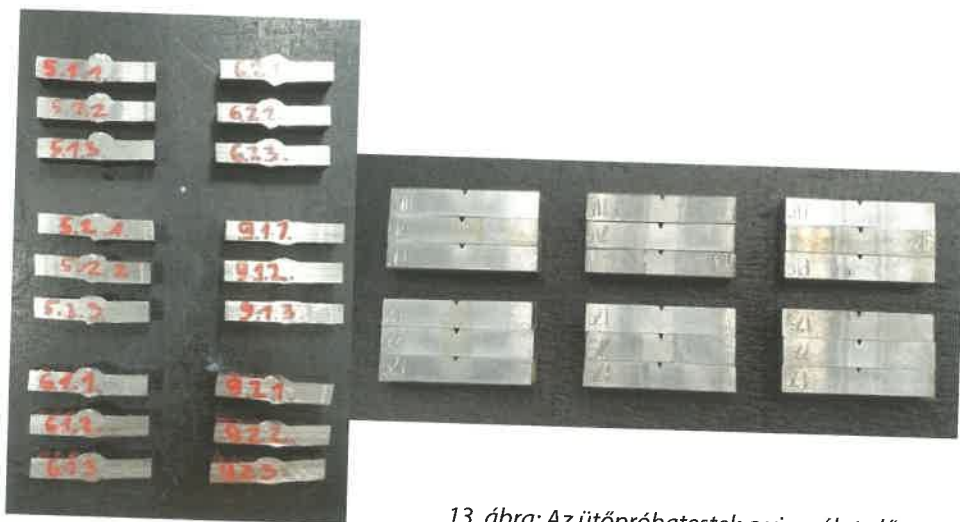


11. ábra: Feszültség-alakváltozás görbék

# KUTATÁS-FEJLESZTÉS



12. ábra: V – bemetszésű próbatest



13. ábra: Az ütőpróbatestek a vizsgálat előtt

Vizsgálati azonosító / Test ID	Ütőérték / Absorbed Energy [J]	Vizsgálati hőmérséklet / Test Temperature [C]
5.1.1	78	-20
5.1.2	77	-20
5.1.3	77	-20
5.2.1	96	-20
5.2.2	97	-20
5.2.3	72	-20
6.1.1	55	-20
6.1.2	51	-20
6.1.3	49	-20
6.2.1	53	-20
6.2.2	56	-20
6.2.3	57	-20
9.1.1	57	-20
9.1.2	52	-20
9.1.3	23	-20
9.2.1	24	-20
9.2.2	51	-20
9.2.3	20	-20

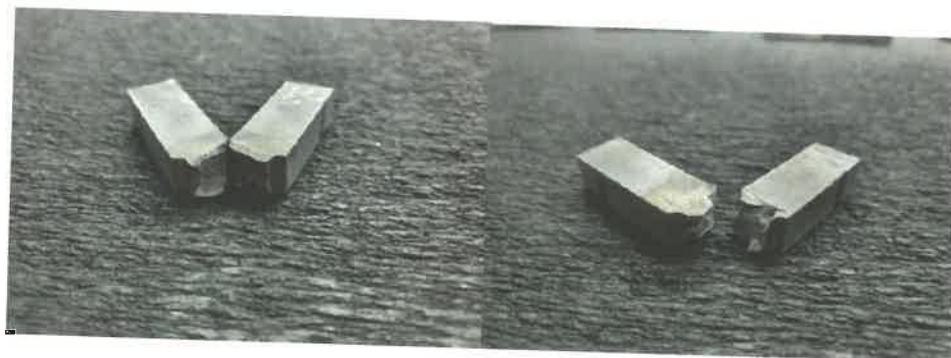
3. táblázat: Az ütőpróba eredményei

## 5. Összefoglalás

A hegesztés egy általánosan alkalmazott kötési technológia, amely vagy maradó feszültséget, vagy maradó alakváltozást hoz létre a hegesztett kötésekben. Az egyengetés több mód-

szere is ismert és gyakran alkalmaznak termikus egyengetést a gyakorlatban. Az egyengetésre szükség van a korszerű nagyszilárdságú acéloknál is, ezeknél azonban nem igazán ismert az, hogy a termikus egyengetés hogyan

hat ezeknél az acéloknál a mechanikai tulajdonságokra. Munkánk ehhez a témakörhöz kapcsolódik és megvizsgáltuk, hogy a termikus egyengetés hogyan hat három nagyszilárdságú acél mechanikai tulajdonságaira.



14. ábra: Ütőpróbatestek a vizsgálat után az egyik szívós, a másik rideg

S. Hassuam Úr MSc. diplomatervében azt kapta, hogy ezeknél az acéloknál a termikus egyengetés a felére csökkentette a maradó alakváltozásokat. A mikro szerkezetek vizsgálatakor azt kapta, hogy mindegyik acélnál nőtt a szemcseméret, de a mechanikai tulajdonságok vizsgálatára már nem volt lehetősége idő hiányában.

A hiányzó mechanikai tulajdonság vizsgálatokat mi elvégeztük, keménységi, szilárdsági és szívóssági tulajdonságokat mértük és összehasonlítottuk a hegesztett és hegesztés után egyengetett hegesztett kötések mechanikai tulajdonságait. Mi azt kaptuk, hogy két acélnál a szilárdság és az ütőmunka nem csökkent, a 960-as acélnál mértünk ütőmunka csökkenést. Sajnálatosan a szilárdság változását nem tudtuk kimérni a 960-as acélnál mert hegesztett ál-

lapotban hiba volt a kötésben, így nem egyértelmű a mechanikai tulajdonságok romlása. A kísérleteket tovább kell folytatni.

## 6. Felhasznált irodalom:

- [1] Sabbabi Houssam: Reduction of deformation of welded Advanced High Strength Steel MSc. education Thesis, University of Dunaujvaros, Dunaujvaros, Hungary, 2019
- [2] Cobb, Harold M. (2010). The History of Stainless Steel. Materials Park, OH: ASM International, Retrieved 8 March 2020.
- [3] Davis, Joseph R.: Tensile testing (2nd ed.), ASM International, Columbus, Ohio, 2004.
- [4] Kazakov, N.F (1985). „Diffusion Bonding of Materials”. University of Cambridge. Archived from the original on 2013-09-01. Retrieved 2011-01-13.
- [5] Tohru Nobuki, Minoru Hatate, Toshio Shiota, Materials Sciences and Applications, Vol.8 No.13, December 8, 2017.
- [6] Welding handbook, Prepared under the direction of the Welding Handbook Committee Cynthia L. Jenney Annette O'Brien Editors, 9th edition, welding processes part1, chapter 2, pages 82,8385,86,87,90.
- [7] Non-Destructive Testing Service for All of Florida, 3 Things to Know About Industrial Radiography for Welded Joints, Aug 02, 2019
- [8] Nacsa G., Gyura L.: A termikus egyengetés hatása a korszerű edzett és megeresztett acélok anyagtulajdonságaira Conference MultiScience – XXXIII. microCAD Internationale Multidisciplinary Scientific Conference, Miskolc, 2019



**Géper**  
Láng, plazma és lézervágó technika

CNC vezérlésű lézer-, plazma-, vízsugár- és lángvágó gépek forgalmazása, vevőszolgálat.  
Kézi plazmavágók, hegesztő célgépek forgalmazása, vevőszolgálat.

Forgalmazás – Vevőszolgálat – Felújítás – Szerviz  
Sok éves tapasztalattal állunk az Önök rendelkezésére

**Géper**  
Gépek és Rendszerek Szolgáltató Kft.  
MESSER Cutting & Welding AG. Cutting Systems Magyarországi Képviselete  
Kecskemét, Irinyi u. 29. V. 28. Tel.: +36-76-489-527, 505-256 Tel./Fax: +36-76-481-886, 416-478  
e-mail: messer@geper.datanet.hu



# MŰANYAGHEGESZTŐK FELKÉSZÍTÉSE ÉS MINŐSÍTŐ VIZSGÁJA

## Mit foglal magába a programunk?

**Alapképzés:** Segítünk elindulni a **műanyag lemez- és/vagy csőhegesztői** tevékenységben. Támogatjuk az alkalmazott alapanyagok, eszközök és hegesztő berendezések megismerésében és üzembiztos alkalmazásában. Ezt a képzést az Ön igényeihez igazítjuk.

**Minősítővizsga:** Amennyiben van már műanyaghegesztési gyakorlata, felkészítjük, hogy sikeres **minősítővizsgát** tehesen **műanyag lemez- és/vagy csőhegesztőként** a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyag-vizsgálati Egyesülés (MHTÉ) eljárásrendje szerint.

## Milyen szakterületen alkalmazható a megszerzett szaktudás?

- Csőhálózat építés: (ipari és közmű)
- Tartály- és medencegyártás
- Járművek és berendezések műanyagalkatrész javítása
- Légtechnikai rendszerek
- Szigetelések és depónia

## Milyen hegesztési eljárásokról lehet szó?

PE, PP, PVC és PVDF anyagú lemezek és csövek hegesztései

**Lemezhegesztés:** forrógázos (pálcás), extrúziós, hevítőelemes (tompá)

**Csőhegesztés:** hevítőelemes tokos, hevítőelemes nyereg, fűtőszálas tokos, fűtőszálas nyereg, hevítőelemes (tompá)

## Hol lesz a képzés?

Budaörsön a Gyár u. 2. ipartelepen belül, cégünk székhelyén.

**10 főtől kihelyezett képzések megszervezésében is szívesen vagyunk partnerek.**

## Mi a következő lépés?

Látogassa meg honlapunkat: [www.umundum.hu](http://www.umundum.hu),  
és lépjen kapcsolatba **Pető László** képzésszervezőnkkel:  
[kepzes@umundum.hu](mailto:kepzes@umundum.hu); +36 30 641 6826



# motofil

SZÉRIAGYÁRTOTT ROBOTCELLÁK  
ÉS EGYEDI MEGOLDÁSOK



A MOTOFIL S.A. 40 ÉVES MÚLTJÁVAL, MÁRA PI-  
ACVEZETŐ LETT EURÓPÁBAN HEGESZTŐ ROBOTCELLÁK  
TERÉN. HOSSZÚ IDEJŰ TEVÉKENYKEDÉSÜK RÉVÉN, MÁRA ÉV  
200 TELEPÍTÉST VÉGEZNEK EL ÉS 35 ORSZÁGBAN TÖBB MINT  
2000 JELENLEG IS MŰKÖDŐ ROBOTCELLÁJUK ÜZEMEL.

A FROWELD KFT. KIZÁRÓLAGOS KÉPVISELŐKÉNT KOMPLETT MEG-  
OLDÁSOKAT FORGALMAZ A MAGYAR PIAC SZÁMÁRA. A KEZDETI PRÓBAHE-  
GESZTÉSEKTŐL KEZDVÉ A GÉP ÜZEMBEHELYEZÉSÉIG, MINDEN LÉPÉSBEN RÉSZT  
VESZÜNK ÉS SEGÍJTÜK AZ ÜGYFELEINKET.

Hirt Péter\*<sup>1</sup>, Dr. Varbai Balázs\*<sup>2</sup>, Katula Levente \*<sup>3</sup>

## *Alumíniumötvözetek kristályosodási repedésének vizsgálata – különböző hegesztő hozaganyagok összehasonlítása*

\* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék,  
1111 Budapest, XI. Bertalan L. u. 7.

<sup>1</sup>peterhirt@gmail.com, <sup>2</sup>varbai@eik.bme.hu, <sup>3</sup>katula@att.bme.hu

### **Absztrakt:**

A kutatómunkánk az alumíniumötvözetek kristályosodási repedésével foglalkozik. A kristályosodási repedés kialakulásának több oka lehet: a húzó maradófeszültségek, amelyek a kristályosodás és az az utáni hűlési folyamat közben jönnek létre, a síkfrontos kristályosodás, az előnytelen varratgeometria vagy a szennyezők szegregációja a varratfémekben. Az alumínium ívhegesztésének esetében a megfelelő hozaganyag alkalmazása nagyon fontos szempont. A hozaganyag alkalmazásának hatására volfrámelektródás semleges védőgázos ívhegesztés (TIG-hegesztés) esetében is megváltozik a varratfém kémiai összetétele. Ennek megfelelően a különböző típusú hozaganyagok különböző hatást gyakorolnak a varratfém kristályosodási repedéssel szembeni érzékenységére. A kutatásunk során ezeket a hatásokat vizsgáltuk két hozaganyag, a 4043 és 4047 típusú tömör pálcák alkalmazásával, 6082-T6 alumíniumötvözet alapanyagokon. Mindkét hozaganyag szilíciummal (Si) ötvöztött. A 4043 típusú TIG-pálcát a legáltalánosabb és legnagyobb körben alkalmazott hozaganyag alumíniumötvözetek hegesztésére. A 4043-as pálcát főként az AlMgSi típusú alumíniumötvözetek hegesztéséhez használják, ahol a körülbelül 7%-os Si-tartalomnak köszönhetően az ömledék folyóképessége megnő, így a szakirodalom szerint a kristályosodási repedéssel szembeni ellenállása is növekszik. A 4047 típusú hozaganyagoknak nagyobb, körülbelül 12%, a Si tartalma. A 4047-es hozaganyagot eredetileg keményforrasztáshoz fejlesztették ki, de a nagy Si-tartalomnak köszönhetően ezen hozaganyag használatára a hegesztés során is jelentős előnyökkel bír. A 12% körüli Si-tartalom miatt csökken a varratfém likvidusz hőmérséklete, kisebb a kristályosodási hőköz és csökken a szegregációval szembeni érzékenység. Ezen hatások miatt a gyártók által kiadott katalógusok szerint jelentősen csökken a kristályosodási repedéssel szembeni érzékenység. A különböző hozaganyagok értékeléséhez Houldcroft-vizsgálatot, más néven halszállkapróbát alkalmaztunk. A vizsgálat lényege, hogy egy megfelelően kialakított próbadarabon megmért repedéshosszal jellemezhető a kristályosodási repedéssel szembeni érzékenység minden hozaganyag esetében, majd a kiértékelést a mért repedéshosszak összehasonlításával lehet elvégezni. A halszállka próbatest geometriájának hatását végelelemes szimuláció segítségével vizsgáltuk. A vizsgálatok során a legelőnyösebb hozaganyagoknak a 4047 típusú adódott. Ezen kívül a varratalakot, mikrokeménységet és a varratfém szövetszerkezetét is összehasonlítottuk a 4043 és 4047 típusú TIG-pálcával készült varratok esetében.

### **Abstract:**

Our paper is focusing on the solidification cracking behaviour in the case of arc welding of aluminium alloys. The reasons for solidification cracking can be various: tensile residual stress during solidification and subsequent cooling, presence of contamination, cellular solidification morphology, weld metal geometry, or segregation. In the case of aluminium arc welding, the usage of proper filler material is essential. Using filler material in case of tungsten inert gas (TIG) welding of aluminium alloys changes the chemical composition of the molten pool, thorough dilution. Thus, in our research, we focused on the influence of different filler materials on the solidification cracking behaviour. For this research, three different types of TIG filler rods were investigated, which were recommended in scientific literature to minimize the solidification cracking susceptibility. Two TIG rods were investigated, the 4043 and the 4047 filler materials, which are alloyed with silicon (Si). The base material was 6082-T6 aluminium alloy. The 4043 TIG rod is one of the most widely used filler metal for aluminium TIG welding. This type of TIG rod is mainly used for the welding of AlMgSi alloys, where the 7% Si content ensures the molten pool fluidity and the general resistivity against cracking according to the literature. The 4047 TIG rod has a higher Si content, ~ 12%. This type of filler material was initially developed as a brazing alloy. Due to its higher Si content, the molten pool has a lower melting point, and narrower solidification range, which reduces the susceptibility to segregation, and thus, according to the welding handbooks, "the risk of hot cracking is significantly reduced". For

the evaluation of using different filler materials, Houldcroft, also known as fishbone tests, were performed. In the case of Houldcroft test, the crack length from the starting edge of the test specimen is used to indicate the susceptibility to cracking. For the specimen, different slots of varying depth is machined into the plates, which resulting in different thermal expansion and stiffness condition of the plate during welding. The effect of the geometry of the fishbone specimen was investigated with a finite element simulation. In our research, it was found that the best results were obtained using the high Si content 4047 TIG rod. Also, the weld geometries, microhardness, and microstructure were compared to the sample, welded with 4043 rod.

## 1. Bevezetés

Az alumínium és ötvözetek, előnyös tulajdonságaik miatt, széles körben elterjedtek mind háztartási, mind ipari környezetben. Elterjedtségüknek megfelelően az anyagcsoport hegesztése hazánkban is gyakran kutatott terület [1,2,3,4,5].

Az alumínium kis sűrűségének (2700 kg/m<sup>3</sup>) köszönhetően kiválóan alkalmazható a járműiparban, ahol egyre nagyobb hangsúlyt fordítanak a fajlagos tömegcsökkentésre. Elektromos vezetőképességének köszönhetően az elektronikai ipar is előszeretettel alkalmazza [6,7].

Az alumínium ötvöztésének egyik célja a szilárdságának növelése. A növelt szilárdságú alumíniumötvözetek – bizonyos esetekben – alkalmazhatók az acélok kiváltására is. Az alumínium fő ötvözői a réz (Cu), a mangán (Mn), a szilícium (Si), a magnézium (Mg) és a cink (Zn) [8]. Ezen ötvözők szerint az alumíniumötvözetek 8 különböző anyagminőségi csoportba sorolhatók az MSZ EN 573-1:2005 'Alumínium és alumíniumötvözetek. Az alakított termékek vegyi összetétele és alakja. 1. rész: Számjelölési rendszer' című szabvány [9] alapján.

Az alumíniumötvözetek hegesztése során sok és jelentős probléma léphet fel [10]. Alumínium hegesztésekor (i) az előkészületek során, (ii) a hegesztés közben és (iii) a hegesztési utómunkálatok során is ügyelni kell a technológiai fegyelem betartására. Az alumínium hegesztése során kialakuló legfontosabb problémák a varratfém melegrepedése, a varrat-

fém porozitása, a kötés lágyulása és az oxidréteg feltörésének nehézsége [10,11].

Az alumíniumot és ötvözeit legtöbbször volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztési eljárással (TIG-hegesztés) hegesztik. Leginkább jellemző a 141-es eljárás (MSZ EN ISO 4063:2016 'Hegesztés és rokon eljárások. A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító számuk' című szabvány [12] szerint), amely során semleges védőgázt, és hozaganyagként tömör pácát használunk. Az alábbi cikkben leírt kísérletben [13] is a 141-es eljárást alkalmaztuk, különböző tömör hozaganyagokkal. A védőgáz az MSZ EN ISO 14175:2008 'Hegesztőanyagok. Gázok és gázkeverékek ömlesztőhegesztéshez és rokon eljárásokhoz' című szabvány [14] szerint I1 típusú, azaz tiszta argon (Ar) volt.

A kísérlet célja a különböző kémiai összetételű hozaganyagok összehasonlítása volt Houldcroft vizsgálat, más néven halszálla próba, segítségével (MSZ 4312-2:1978 'Alumínium és alumíniumötvözetek hegeszthetőségi vizsgálata. Alapanyag melegrepedés-érzékenységi vizsgálata ,halszálla'-próbatesttel' című szabvány [15]).

## 2. Alumíniumötvözetek kristályosodási repedése

A melegrepedések csoportjába tartozó kristályosodási repedés az egyik legjelentősebb hegeszthetőségi probléma. A kristályosodási repedés a varrat megszilárdulása során jön létre. Kialakulásának oka (i) az anyagban található szennyezők és ötvözők jelenléte, (ii) a kristályosodás morfoló-

giája, valamint (iii) a hegesztés során kialakuló belső húzófeszültségek. Az alumíniumötvözetek ívhegesztése esetén az ötvözők hatására is kialakulhat kristályosodási repedés, ezért a hegesztés tervezésénél figyelembe kell venni az egyes ötvözőtartalmakat [10,16]. Minden ötvöző esetében van egy kritikus ötvözőtartalom (Hot-short range), amely mellett a legnagyobb a kristályosodási repedés kockázata. A hegesztés tervezése során ezeket, az 1. táblázatban bemutatott, kritikus értékeket lehetőség szerint el kell kerülni.

Ötvözet	Kritikus ötvözőtartalom (%)
Al - Si	0,5 – 1,2
Al - Cu	2,0 – 4,0
Al - Mn	1,5 – 2,5
Al - Mg	0,5 – 2,5
Al - Zn	4,0 – 5,0
Al - Fe	1,0 – 1,5
Al - Li	Nincs adat
Al - Ni	Nincs adat

1. táblázat: Az alumíniumötvözetek melegrepedés szempontjából kritikus ötvözőtartalmak [10]

Adott alapanyag-hozaganyag párosítás hegesztésénél a kristályosodási repedés érzékenység meghatározásának egyik módja a Houldcroft vizsgálat.

## 3. A halszálla próbatest geometriájának szimulációs vizsgálata

A [15] szerinti halszálla próba lényege, hogy egy speciálisan kialakított próbatesten végzett hegesztés után a megmért repedéshosszból kiszámolható az alapanyaghoz a ho-

zaganyag relatív megrepedésérzékenysége. Fontos megjegyezni, hogy bár a [15] tartalmaz előírásokat a hegesztés körülményeire, de ezek főleg a hozaganyag hozzáadásánál és a hőbevitel alkalmazásánál nem konkrét értékeket, hanem tartományokat adnak meg. Ez egy összehasonlító vizsgálat, így a kísérlettel meghatározott számszerű repedésérzékenységet nem érdemes más kísérletekhez felhasználni, mivel a kísérletek körülményei közti különbség a számszerű eredményekben is nagy eltérésekhez vezethet. Ugyanakkor egy alapanyagot több hozaganyaggal végzett kísérlet eredményei közötti relatív viszony megbízhatóan használható.

A halszálla próbatesten annak geometriája miatt, könnyebben alakul ki a hegesztés során kristályosodási repedés, mint bemetszetlen próbatesten. Ez annak köszönhető [15] szerint, hogy az ív előtti, a még nem megömlesztett térfogatrészben nincs alakváltozás.

Egy szimuláció segítségével szemléltethető a halszálla próbatest kialakításának hatása. A szimulációban tiszta alumínium (legalább 99,5% alumíniumot tartalmazó ötvözet, más néven Al 99,5) anyagmodelljét alkalmaztuk. Az 1. a) ábra az anyag

hőmérsékletfüggő alakítási szilárdságát mutatja a hőmérséklet és az alakváltozás függvényében. Az anyagok hőmérsékletfüggő mechanikai tulajdonságainak kimérése jelentős laboratóriumi munkával, azaz költséggel jár. Költséges voltuk miatt ezen anyagmodellek nem szabadon hozzáférhetők. Vizsgálatinkban ezért voltunk kénytelenek az általunk elérhető és a vizsgált anyagot tulajdonságaiban legjobban közelítő anyagmodellel helyettesíteni.

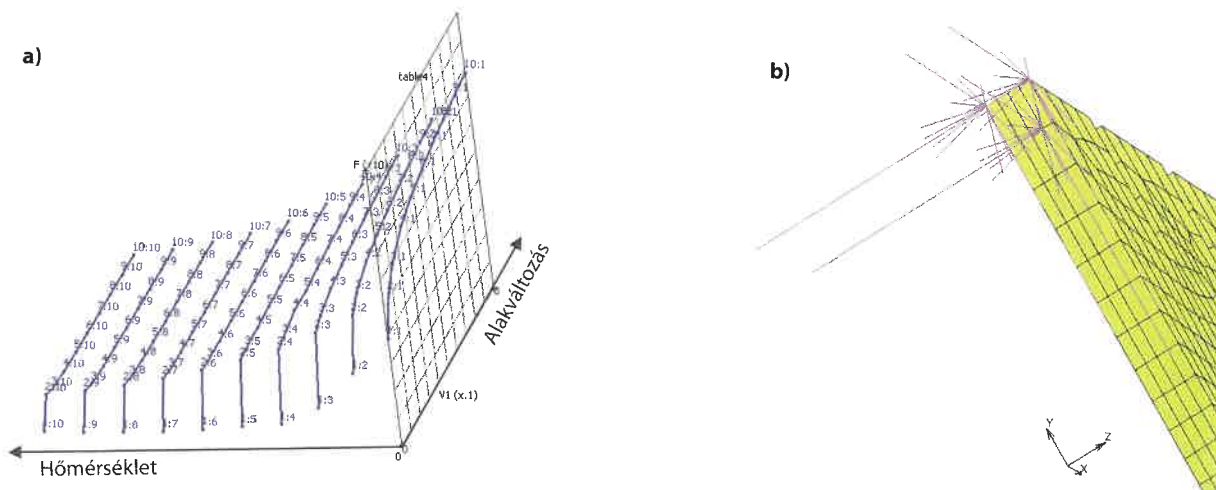
A végeelemes számításhoz a Marc and Mentat 2019 végeelemes szoftvert alkalmaztuk. A geometriát az Autodesk Inventor 3D modellező program segítségével hoztuk létre.

A szimulációhoz szükséges 3D hálózatot a Marc and Mentat 2019 beépített hálózatkezelő rutinjával, négyzetű, sík quad elemeknek a lemez síkjára merőleges kihúzásával hoztuk létre. Szélességben és hosszúságban közepesen 1x1 mm-es elemeket, míg a lemezek széle felé egyre nagyobb, 2x2 mm-ig növekedő elemeket alkalmaztunk. A 2 mm-es vastagság mentén 4 elemet használtunk. A végeelemes szimuláció során a kényszerek felvételénél az volt a célunk, hogy azok minél kisebb térfogatra koncentrálódjanak.

Így a hatásuk lokális. Ennek megfelelően, 3 csomópontban, a darabok sarkánál fogtuk meg a próbatesteket, ahogy azt az 1. b) ábra mutatja.

A mozgó hőforrással hozaganyag nélküli hegesztést szimuláltuk. Az ív által átadott energiát a Goldak-féle dupla ellipszoiddal közelítettük. A 2. ábrán bemutatott dupla ellipszoid alakjáról és méretéről több tudományos cikk is született. A talált források rendre vastagabb és más alapanyagú darabok, nagyobb ívenergiával való hegesztéséről értekeznek [17,18,19]. Emiatt az ott megadott értékeket a saját modellünknek megfelelően módosítottuk. A dupla ellipszoidot végül a 2. táblázatban foglalt értékekkel adtuk meg.

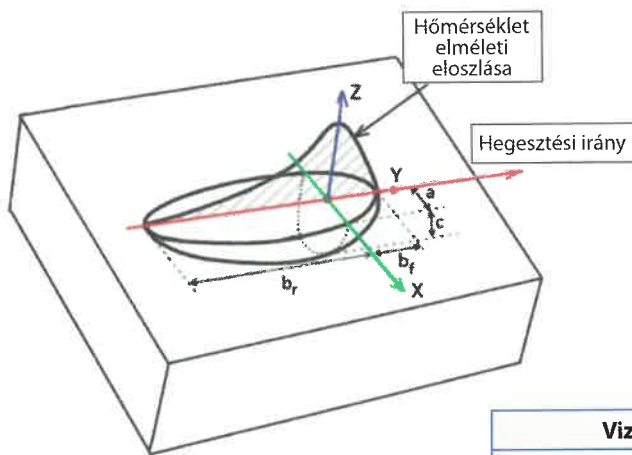
A szimuláció során egy 2 mm vastag szabványosan kialakított halszálla próbatestet (3. a) és b) ábra) és egy bemetszetlen próbatestet (3. c) ábra) hasonlítottunk össze. 2 mm vastag alumínium lemezek tompa varratához, hegesztési paraméterek megválasztását segítő műhelyi táblázat alapján a hegesztés szimulációjánál 0,7 kJ/mm volt az ívenergia és 1 mm/s a hegesztési sebesség. A futtatási eredményeket a lemez szélétől 15 mm-re, a lemez felületén választott pontban hasonlítottuk össze, amit a 3. táblázat mutat.



a): A vizsgált tiszta alumínium alakítási szilárdságának lefolyása az alakváltozás és hőmérséklet függvényében.

b): A halszálla és a bemetszetlen próbatest megtámasztásai.

1. ábra: A szimuláció során alkalmazott anyagmodell és a megtámasztás jellemzői



2. ábra: A hegesztési hőbevitel szimulációjára szolgáló dupla ellipszoid elméleti ábrája [19]

Változó	$b_r$	$b_f$	a	c	max. magasság (Z irányban)
Méret	5 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm

2. táblázat: A végeselemes szimuláció során alkalmazott dupla ellipszoid geometriai méretei

Vizsgált érték:	Halszáлка próbatest	Bemetszetlen próbatest
Max. ekvivalens alakváltozás (-)	0,037	0,03
Max. von Mises feszültség (MPa)	19,24	15,79
Max. hőmérséklet (K)	1089	996

3. táblázat: A szimulációval meghatározott értékek a halszáлка és a bemetszetlen próbatesten

A maximális ekvivalens alakváltozás 23%-al nagyobb a bemetszett próbatest esetében. A maximális von Mises feszültség 22%-al nagyobb a bemetszett próbatesten. A maximális hőmérséklet 9%-al nagyobb a bemetszett próbatesten.

A vizsgált pont a halszáлка próbatesten, a kedvezőtlen hőelvezetési viszony miatt, nagyobb hőmérsékletre melegszik fel. Továbbá a bemetszések megakadályozzák a hő szabad terjedését a hegesztés irányában előre, ennek köszönhető az alakváltozás későbbi kialakulása. A nagyobb maximális hőmérsékletből adódóan nagyobb alakváltozások és ennek

megfelelően nagyobb feszültségek is ébrednek, így a szabványosan kialakított halszáлка próbatest érzékenyebb a kristályosodási repedésre, mint egy bemetszetlen próbatest.

## 4. Halszáлка próba a gyakorlatban

### 4.1. A halszáлка próba elvégzése

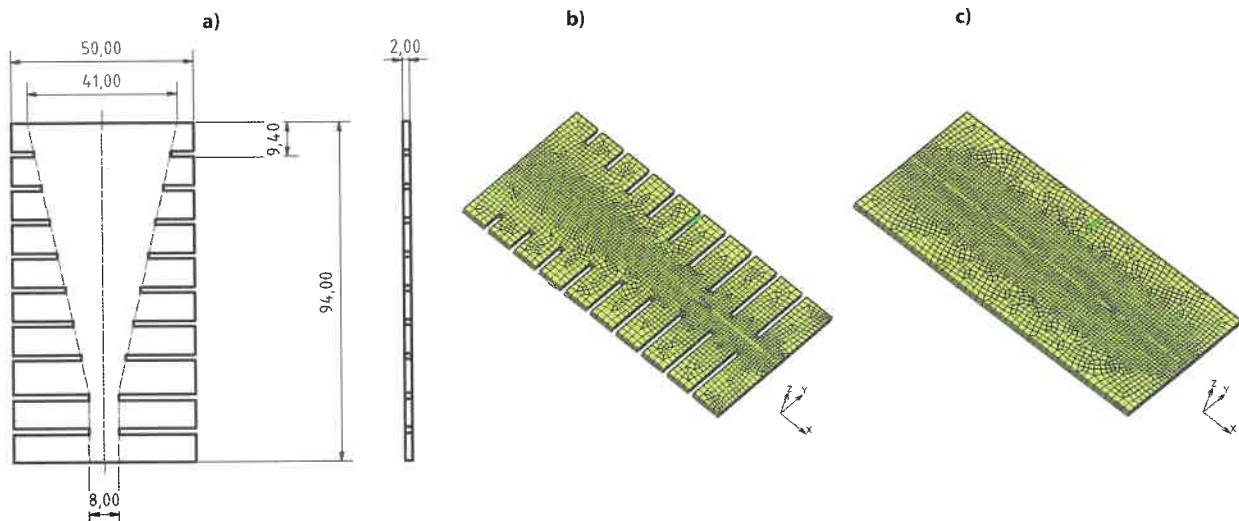
A [15] szakirodalom szerint a vizsgálatot legalább 8 próbadarabon kell elvégezni minden hozaganyag esetében.

A repedéshosszt a darab mindkét

oldalán mérni kell. A próbadarabhoz tartozó repedéshosszt ( $l$ ) az alsó ( $l_a$ ) és a felső ( $l_f$ ) oldalhoz tartozó le-mért hosszak számtani közepeként kapjuk meg.

$$l = \frac{l_a + l_f}{2} \quad (1)$$

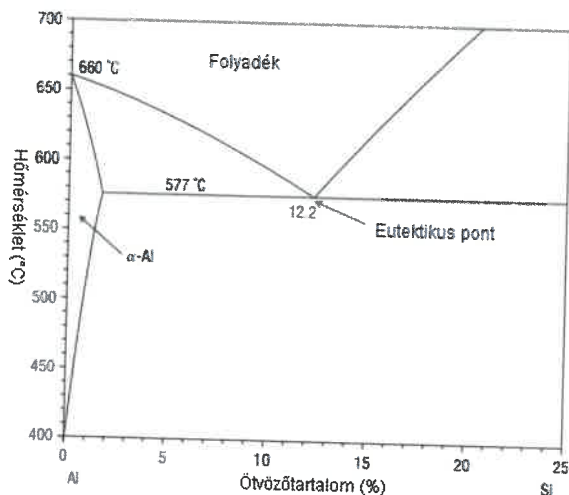
A kiértékeléshez a 8 próbadarabból a legrövidebb és a leghosszabb repedéshosszal rendelkező darabokat ki kell venni és a maradék 6 varrat esetében a relatív repedésérzékenységi



3. ábra: A szimulációhoz szükséges próbadarabok modellezése.

a): 2 mm vastag halszáлка próba geometriai méretei. b): Halszáлка próbatest 3D modellje. c): Bemetszetlen próbatest 3D modellje.

# TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK



4. ábra: Al-Si fázisdiagram, 25 % Si-tartalomig [26]

Ötvöző (%)	4043	4047
Si	5,00	11,4
Fe	0,60	0,17
Mn	0,05	-
Cu	0,10	0,05
Ti	0,15	0,02
Zn	0,10	-
Mg	0,05	0,01

4. táblázat: A 4043-as és 4047-es hozaganyagok összetétele (gyártói adatlap alapján)\*

\* A gyártói adatlapok nem tartalmaztak mechanikai tulajdonságokat.

mérőszám ( $A_r$ ) az alábbi képlet szerint határozható meg:

$$A_r = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{L_i} \cdot 100 \quad (2)$$

$l$ : a mért repedéshossz [mm]

$L$ : a hegesztett varrat hossza [mm]

$i$ : futó index

A relatív repedésérzékenységi szám jellemző a hozaganyagra. Minnél kisebb a mérőszám, annál biztonságosabban hegeszhető az alapanyag az adott hozaganyaggal melegrepedés kialakulásának veszélye nélkül.

## 4.2. A vizsgált alapanyag és hozaganyagok

A Houldcroft vizsgálatot 6082 T6 (AlSi1MgMn, Si = 0,7-1,4 %, Mn = 0,4-1 % és Mg = 0,6-1,2 % [20]), az iparban gyakran alkalmazott alumínium-ötvözetet végeztük el. Kísérleteink célja két különböző hozaganyag összehasonlítása volt.

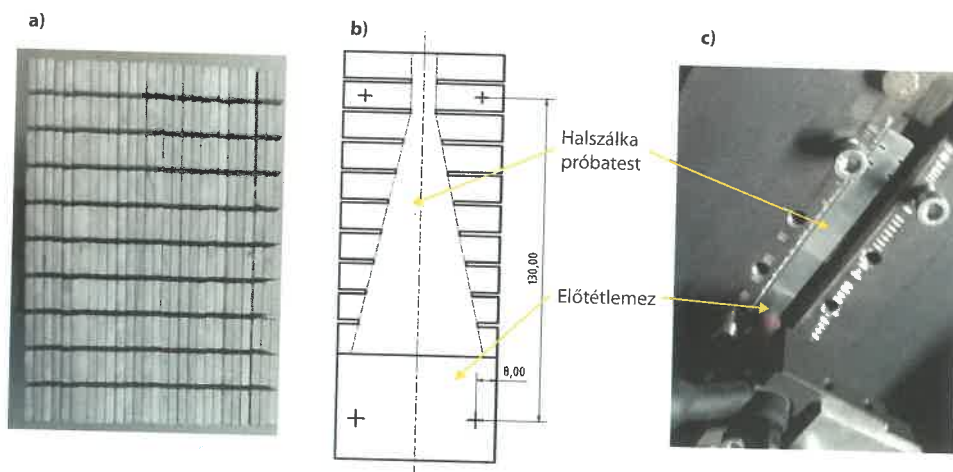
Az alapanyag egy kiválóan keményíthető ötvözet, ennek megfelelően a szerkezeti anyagként célszerűen a kiválóan keményített állapotban alkalmazandó. A legkedvezőbb mechanikai tulajdonságait a T6-os hőkezelt állapottól érni el, ekkor  $R_{p0,2} = 250 \text{ MPa}$ ,  $R_m = 300 \text{ MPa}$  [21]. A T6-os hőkezelt állapottól elérésé-

hez a hőkezelés folyamata során 535 °C-ra kell az ötvözetet felmelegíteni, majd hirtelen, vízben lehűteni (a hűtőközeg hőmérséklete nem haladhatja meg a 40 °C-t). Ezután mesterséges öregítés következik, mely 160-170 °C között, 8-16 órán át végzendő [22].

Mindkét vizsgált hozaganyag, a 4043-as és a 4047-es, a 4000-es csoportjába tartozik és egyaránt ajánlott a 6082 T6 alapanyag hegesztésére. A Si ötvöző növeli az ömledék folyóképességét, ami előnyös a kristályosodási repedés elkerülésének szempontjából. A megnövelt folyóképesség miatt a hőtágulásból adódó zsugorodás során az ömledék könnyebben feltölti a kristályosodási repedés kialakulása során létrejövő

anyaghiányos területeket. Ezen kívül megfelelő (~ 4-12%) Si tartalom mellett a kristályosodási hőköz szűkítése is lehetséges, így kevesebb idő adódik a diffúzióra és a varratfém kevesebb időt tölt ömledék állapotban [10,23]. A 4043-as hozaganyag 4,5-5,5% szilíciumot tartalmaz. Bár ez az ötvözet nem csak Si-tartalmú, fémtani viselkedése az Al-Si egyensúlyi diagram alapján közelíthető. Ahogy a 4. ábra szemlélteti, ez az Al-Si ötvözet kisebb hőmérsékleten (~ 640 °C) szilárdul meg, mint a tiszta alumínium és a megszilárdulási hőköz is kicsi (~ 60 °C) [24]. Ömlesztőhegesztés esetén természetesen figyelembe kell venni a keveredési arányt is, így kis Si-tartalmú alapanyagot hegesztve valamivel kisebb lesz a varratfém Si-tartalma, mint a hozaganyagé.

A 4047-es hozaganyag 11-13% szilíciumot tartalmaz, így az egyensúlyi fázisdiagramon az eutektikus pont körül helyezkedik el, ezért még kisebb megszilárdulási hőmérséklet és szűkebb dermedési hőköz érhető el vele, mint a 4043-as hozaganyaggal [25]. További előnye, hogy jelentősen növeli a folyóképességet és csökkenti a hegesztés hatására történő vetemedést. A 4047-es ötvözetet eleinte forraszanyagként használták, de kiváló melegrepedéssel szembeni ellenállásának köszönhető-

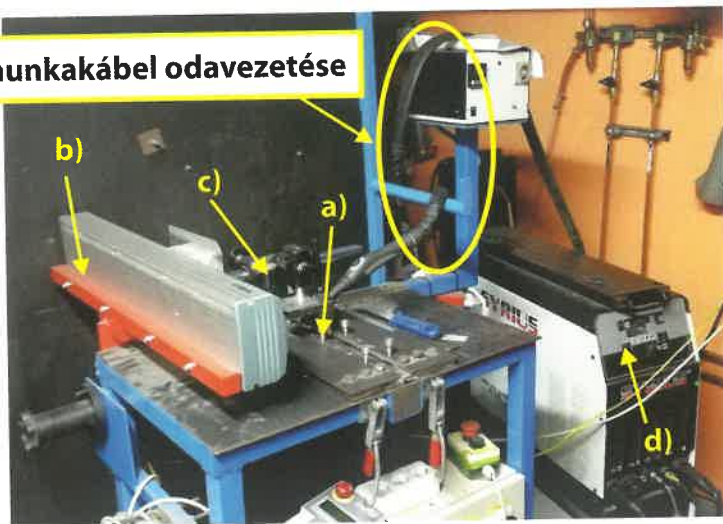


5. ábra: A Houldcroft vizsgálat előkészítése,

a) a vízugaras vágással kialakított halszálla próbatest, b) a négy pontos megfogás elméleti és c) gyakorlati megvalósítása.

# TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

## A munkakábel odavezetése



6. ábra: A kísérleti összeállítás:

a) próbadarab rögzítéséhez szolgáló asztal, b) lineáris hegesztőautomata, c) hegesztőpisztoly és annak befogása, d) Sirius WIG 351 típusú hegesztőgép

en egyre elterjedtebb hegesztési hozaganyagként is [25]. A hozaganyagok összetétele a 4. táblázatban látható.

### 4.3. A hegesztés tervezése és előkészítése

A 6082 T6 alapanyagból 3 mm vastag lemezből, vízsugaras vágással halszálla próbatestek készültek. A vágási technológiának köszönhetően

a próbatestek geometriája minimális eltérést mutat – lásd 5. a) ábra.

A [15] forrás szerint a hegesztést előtétlemezen kell megkezdeni, és az előtétlemezt és próbadarabot 4 pontban kell rögzíteni. A rögzítés elméleti és gyakorlati megvalósítását az 5. b) és c) ábra szemlélteti.

A hegesztést az állandó hőbevitel megtartásának érdekében egy Yamaha

F1405-500 típusú lineáris hajtású hegesztőautomatával végeztük, amely egyenes vonalú, egyenletes sebességű mozgással tudja vezetni a hőforrást. A hozaganyagot a lehető legnagyobb egyenletességre törekedve manuálisan, kézzel adagoltuk. A kísérleti összeállítás 6. ábrán látható.

A hegesztések elvégzéséhez egy Sirius WIG 351 típusú hegesztőgépet alkalmaztunk, a hegesztési technológiai tényezőket az 5. táblázat foglalja össze.

### 4.4. A hegesztések elvégzése

Alumíniumötvözetek esetében ez egyik hegeszthetőségi kihívás az oxidréteg feltörése. Ennek megfelelően a hegesztési folyamat elején átlagosan 4 másodpercig a lineáris automatát nem indítottuk el.

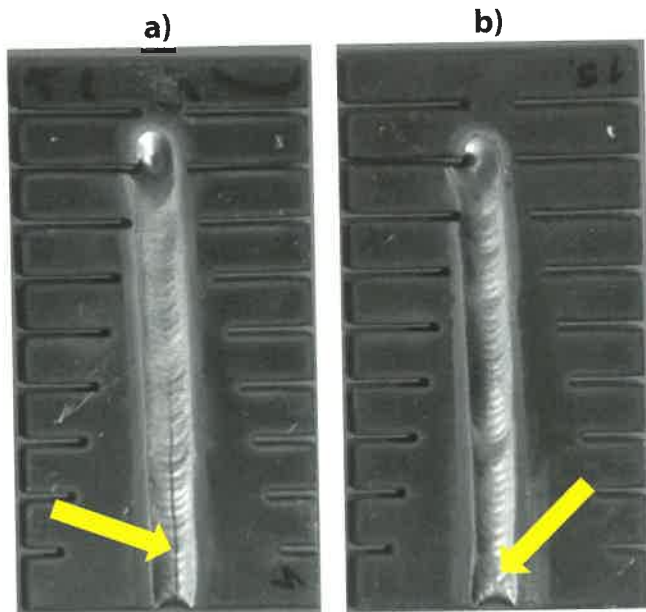
A kísérletekben a próbadarabokon szabad szemmel is jól látható repedések alakultak ki. A két különböző hozaganyaggal készült hegesztési sorozatból a 7. ábra mutat be egy-egy próbadarabot.

### 4.5 A halszálla próbák kiértékelése

A repedéshosszakat a [15] szerint, szemrevételezéssel, 0,5 mm-es pontossággal megmérve, jelentős

Áramerősség (A)	150	
Feszültség (V)	14	
Váltóáram frekvencia (Hz)	113	
Elektródapozitivitás (%)	20	
Hegesztési sebesség (cm/perc)	17	
Hőbevitel (kJ/mm)	0,44	
Védőgáz	Típus	I1 (100 % Argon)
	Térfogatáram (l/perc)	12
Elektróda	Típus	WC20, 2,4 mm átmérő
	Ívhossz (mm)	1 – 1,2
	Szabad elektróda hossz (mm)	5 – 7

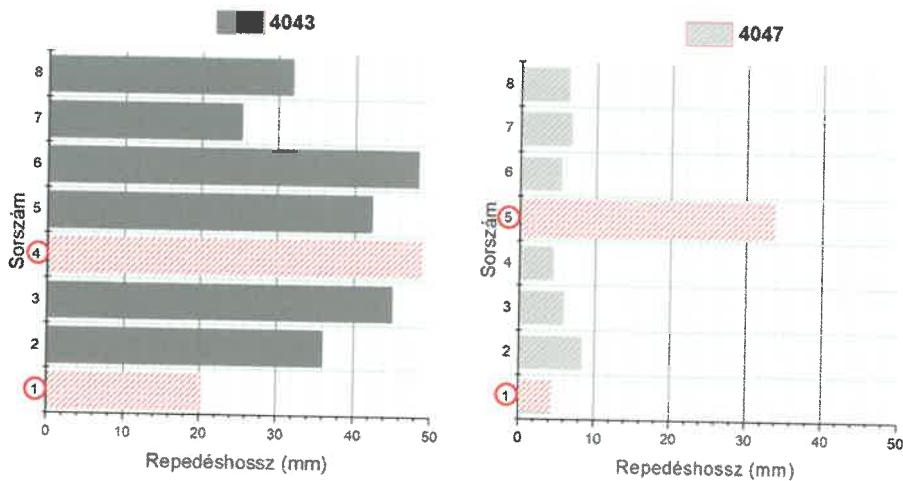
5. táblázat: A hegesztés során alkalmazott technológiai tényezők



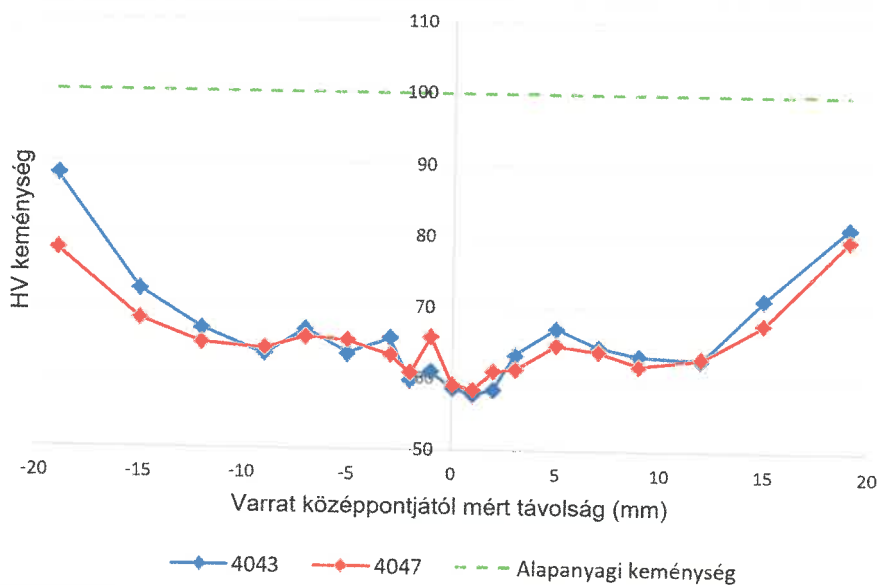
7. ábra: Hegesztett halszálla

próbatestek koronaoldali felvételein látható kristályosodási repedések:

a) 4043 hozaganyag, 4. kísérlet,  
b) 4047 hozaganyag, 7. kísérlet



8. ábra: A 6082 T6 alumíniumötvözetből készült halszálla próbatesteken mért repedéshosszak 4043-as és 4047-es hozaganyagok esetén



9. ábra: Az mért keménységértékek összehasonlítása 4043 és 4047 hozaganyaggal készített varratok esetében

## 5. A 6082 T6 ötvözet lágyulása a hegesztés során

Kiválóan keményíthető alumíniumötvözetek, így a 6082 T6 alumíniumötvözet is, hegesztése során a varratfém, a hőhatásövezet és az alapanyag lágyulhat [27].

A 4043-as és 4047-es hozaganyaggal a hegesztőautomata segítségével tompavarratokat is vizsgáltuk. Az alapanyagból kimunkált 50x150x3 mm-es próbatest keménységét, az alapanyag keménységét, 1 mm átmérőjű, 100 kp terhelésű keménységmérővel 55-60 HRB értékűnek mértük. Ezek az értékek 100-110 HV keménységnek felelnek meg.

A tompavarratokat 130 A hegesztőárammal, 13 V feszültséggel és 0,71 kJ/mm hőbevitellel készítettük a korábban bemutatott hegesztő automatával. A nagyobb hőbevitelre azért volt szükség, hogy a tompavarratoknál a megfelelő beolvadás elérhető legyen.

A keménységméréshez Buehler IndentaMet 1105 mikrokeménység mérő berendezést alkalmaztunk. A tompavarratokból 25 mm széles darabokat vágunk ki, amelyekből metallográfiai csiszoltokat készítettünk. A keménység mérő berendezésen 500 g terhelést használtunk.

A 9. ábrán a 4043 és 4047 hozaganyaggal hegesztett próbadarabok csiszolatán mért keménységértékek láthatóak. Megfigyelhető, hogy jelentős kilágyulás történt, az eredeti 100 HV alapanyag keménységéhez képest a varrat közepén, mindkét hozaganyag esetében. A minimális keménység a 4043-as hozaganyag esetében 57,8 HV, a 4047-es hozaganyagnál 58,6 HV volt.

A varrattengelytől 20 mm távolságban sem érte el a keménység az alapanyag keménységét. A kilágyulás szempontjából a 4043-as hozaganyaggal készített kötések mutattak némileg kedvezőbb értéket. Ennek egy lehetséges magyarázata,

különbség adódott a két vizsgált hozaganyaggal készült próbadarabok között. A 4043-as hozaganyaggal készült varratokon átlagosan ötször hosszabb repedések alakultak ki. A 1. képlet alapján számított repedéshosszakokat a 8. ábra mutatja be. Az ábrán a kísérletsorozatban a leghosszabb és legrövidebb repedést mutató próbadarabokat piros színnel jelöltük.

A 8. ábrából látható, hogy a 4047-es hozaganyagnak jelentősen kisebb

a kristályosodási repedéssel szembeni érzékenysége, mint a 4043-nak, mivel sokkal rövidebb repedéshosszak voltak az előbbi esetében mérhetőek. Ez a különbség a 4047-es hozaganyag nagyobb Si tartalmának köszönhető. Ennek megfelelően a 2. képlet alapján számított relatív repedésérzékenységi mérőszám ( $A_r$ ) a 4047-es hozaganyagnak 37%, míg a 4043-es hozaganyagnak 234%-ra adódott.

hogyan a nagyobb kristályosodási hőköz és olvadási hőmérséklet révén a 4043-as hozaganyag több hőt von el az alapanyagtól, így az kevésbé lágyul. Ez a jelenség azonban további vizsgálatokat igényel, akár további hozaganyagok bevonásával.

## 6. Összefoglalás

Elvégeztük a halszálla próbatest szimulációs vizsgálatát azzal a céllal, hogy kimutassuk, az MSZ 4312-2:1978 szabvány szerint kialakított halszálla próbatest nagyobb kristályosodási repedésérzékenységet mutat, mint egy azonos geometriájú bemetszetlen lemez. A számítások kimutatták, hogy a halszálla próbatest varratában ébredő von Mises feszültségek 22%-al nagyobbak, mint az azonos geometriájú bemetszetlen lemezben ébredők, Al 99,5 alapanyag modell esetében.

A Houldcroft vizsgálatot gyakorlatban is elvégezve bemutattuk a 4047 és 4043 jelű hozaganyagok repedésérzékenységre gyakorolt hatását 6082 T6 alumíniumötvözet alapanyagon. A kísérletek alapján kijelenthető, hogy 4047-es hozaganyag használata kedvezőbb a kristályosodási repedés elkerülésének szempontjából, mint a 4043-as. A relatív repedésérzékenységi mérőszám a 4043 hozaganyag esetében 234%, míg a 4047 esetében 37% volt.

A 6082 T6 ötvözet egy kiválóan keményíthető alumíniumötvözet, így hajlamos a lágyulásra. A kilágyulás mértékét mikrokeménység méréssel vizsgáltuk 4043 és 4047 hozaganyaggal hegesztett tompavarratokon. Mindkét hozaganyaggal végzett hegesztés esetben jelentős lágyulást mérünk a varratengelyben. A keménység az 100-110 HV alapanyag keménységéhez képest 55-60 HV keménységre csökkent. A varratengelytől távolodva (20 mm) a 4043-as hozaganyaggal készített minták mutattak nagyobb keménységet a 4047-es hozaganyaggal készített mintákhoz képest.

A vizsgálati eredményeket egybevetve 6082 T6 alapanyag hegesztéséhez a 4047-es hozaganyag ajánlható. Ezzel a hozaganyaggal a kristályosodási repedéssel szembeni érzékenység jelentősen csökkenthető, azonban figyelni kell a varratfém és a hőhatásövezet lágyulására.

## Felhasznált források:

- [1] Német Gréta, Kovács Judit, Raghawendra Sisodia, és Gáspár Marcell: Hőhatásövezeti tulajdonságok fizikai szimulációra alapozott vizsgálata különböző szilárdságú autóiipari alumínium ötvözetek esetén, *Hegesztéstechnika* 30, vol. 2, no. 10, pp. 41–50, 2019.
- [2] Szalva Péter: Vákuumöntésű nyomásos alumínium alkatrészek fogyóelektródás, védőgázos hegesztése, *Bányászati és kohászati lapok*, vol. 151, no. 1, pp. 14–18, 2018.
- [3] Gáspár Marcell, Jámbor Péter, Kaijalainen Antti, Tervo Henri és Török Imre: A hőkezeltégi állapot hatása az AlSi1Mg alumínium ötvözet ellenállás ponthegesztésére, *Hegesztéstechnika* 29, vol. 4, no. 6, pp. 53–58, 2018.
- [4] Kovács Tünde és Szilágyi Mihály: Alumínium vékony lemezek ultrahangos hegesztése, *Hegesztéstechnika*, vol. 27, no. 3, p. 69, 2016.
- [5] Mejlinger Ákos és Lukács János: Két alumíniumötvözet lineáris dörzshegesztéssel készült kötések viselkedése ismétlődő igénybevétel esetén, *GÉP* 64, vol. 8, no. 6, pp. 25–30, 2013.
- [6] Dr. Béres Lajos, Dr. Gáti József, Dr. Gremperger Géza, Dr. Komócsin Mihály és Dr. Kovács Mihály: *Hegesztési Zsebkönyv*, Debrecen, Magyarország, COKOM Mérnökiroda Kft., 2003.
- [7] Aluminium-Schweissen, Schu-

lungsunterlage. Fronius Gmbh.

- [8] Gruber Györgyné: Szabványos könnyűfémek és ötvözeteik jellemzői, alkalmazása, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest, pp. 9–14, 2008, Online: [https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi\\_dokumentumok/Bemeneti\\_kompetenciak\\_meresi\\_ertekelesi\\_eszkozrendszerenek\\_kialakitasa/5\\_0225\\_006\\_101115.pdf](https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/5_0225_006_101115.pdf). (Utoljára megnyitva: 2021.01.02)
- [9] MSZ EN 573-1:2005 Szabvány, Alumínium és alumíniumötvözetek. Az alakított termékek vegyi összetétele és alakja. 1. rész: Számjelölési rendszer. Magyar Szabványügyi Testület, 2005.
- [10] Gene Mathers: *The Welding of Aluminium and its Alloys*, Abington Hall, Abington Cambridge CB1, 6AH, England, 2002.
- [11] Elisa Fracchia, Federico Simone Gobber, and M. Rosso: About weldability and welding of Al alloys : case study and problem solving, *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering*, vol. 85, no. 2, pp. 67–74, 2017.
- [12] MSZ EN ISO 4063:2016 Szabvány, Hegesztés és rokon eljárások. A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító számuk, Magyar Szabványügyi Testület, 2016.
- [13] Hirt Péter: *Diplomaterv - Alumínium ötvözetek hegeszthetőségének vizsgálata különböző hozaganyagok esetén*, Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2020.
- [14] MSZ EN ISO 14175 Szabvány, Hegesztőanyagok. Gázok és gázkeverékek ömlesztőhegesztéshez és rokon eljárásokhoz, Magyar Szabványügyi Testület, 2008.
- [15] MSZ 4312/2-78 Szabvány, Alumínium és alumíniumötvözetek

# TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

hegeszthetőségi vizsgálata. Alapanyag melegrepedés-érzékenységi vizsgálata 'halszáka'-próbatesttel, Magyar Szabványügyi Testület, 1978.

- [16] John C. Lippold: *Welding Metallurgy and Weldability*, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2015
- [17] D. Podder, N. R. Mandal, and S. Das: Heat source modeling and analysis of submerged arc welding, *Welding Journal*, vol. 93, no. 5, pp. 183–192, 2014.
- [18] V. M. Varma Prasad, V. M. Joy Varghese, M. R. Suresh, and D. Siva Kumar: 3D Simulation of Residual Stress Developed During TIG Welding of Stainless Steel Pipes, *Procedia Technology*, vol. 24, pp. 364–371, 2016
- [19] Carlos Roberto Xavier, Horácio Guimaraes Delgado Junior, and José Adilson De Castro: An ex-

perimental and numerical approach for the welding effects on the duplex stainless steel microstructure, *Materials Research*, vol. 18, no. 3, pp. 489–502, 2015.

- [20] Alloy Data Sheet - EN AW-6082 (AlSi1MgMn), Nedal Aluminium. Online: <https://www.nedal.com/wp-content/uploads/2016/11/Nedal-alloy-Datasheet-EN-AW-6082.pdf>. (Utoljára megnyitva: 2021.01.02)
- [21] Silvia Cecchel, D. Ferrario and Giovanna Cornacchia: Heat treatments of EN AW 6082 aluminum forging alloy: Effect on microstructure and mechanical properties, *Metallurgia Italiana*, vol. 112, no. 3, pp. 6–13, 2020.
- [22] Christian Vargel: *Corrosion of Aluminium*, Elsevier Science, 2004, pp. 52-56
- [23] Tony Anderson: *Welding Alu-*

minum — Questions and Answers, Miami: American Welding Society.

- [24] Hegpont, ML 4043 (AlSi5) alumínium hegesztőanyag Online: [https://www.hegpont.hu/docs/ML\\_4043\\_AlSi5.pdf](https://www.hegpont.hu/docs/ML_4043_AlSi5.pdf). (Utoljára megnyitva: 2021.01.02)
- [25] Hegpont, ML 4047 (AlSi12) alumínium hegesztőanyag Online: [https://www.hegpont.hu/docs/ML\\_4047\\_AlSi12.pdf](https://www.hegpont.hu/docs/ML_4047_AlSi12.pdf). (Utoljára megnyitva: 2021.01.02)
- [26] Yewu Wang, Volker Schmidt, Stephan Senz, and Ulrich Go: Epitaxial growth of silicon nanowires using an aluminium catalyst, *Nature Nanotechnology* vol. 1, no. December, pp. 8–11, 2006
- [27] A. Sili and S. Missori: Mechanical behaviour of 6082-T6 aluminium alloy welds, *Metallurgical Science and Technology*, vol. 18, no. 1, 2013.

## PYLON<sup>94</sup>



**IPARI RADIOLÓGUS VÉGZETTSÉGGEL  
VÁLLALKOZÓT KERESÜNK.**

Pylon 94 Gép és Acélszerkezetgyártó Kft.

H-800 Zalaegerszeg, Baross Gábor u. 2. | Telefon: +36 (92) 550 845 | Mobil: +36 (30) 330 2498

A 3D printed metal lattice structure, resembling a honeycomb or mesh, is shown in a dark environment. Two laser cutters are positioned above and to the right of the structure, emitting bright blue laser beams that intersect on the lattice. The structure is composed of interconnected, rounded rectangular cells, creating a porous, grid-like appearance.

**IDEJE GÁZT ADNI!**

**ADDLINE GÁZOK 3D FÉMNYOMTATÁSHOZ**

[www.messer.hu](http://www.messer.hu)

**MESSER**   
Gases for Life

Szabó Bence<sup>1</sup>, Varbai Balázs<sup>1</sup>, Májlinger Kornél<sup>1</sup>, Katula Levente Tamás<sup>1\*</sup>

## Volfrámelektrodák oxidtartalmának hatása az elektrodák élettartamára

### 2. rész

<sup>1</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék  
\*katula@att.bme.hu

#### 6. Metallográfiai vizsgálatok

##### 6.1. Metallográfiai próbatestelőkészítés

A metallográfiai vizsgálatok elvégzéséhez a folyamatos hegesztéssel hegesztett munkadarabokból csiszolati mintákat készítettünk. Mindegyik hegesztési varratnál, a varrat végétől 20 mm-re egy 15 mm széles sáv került kivágásra – lásd **6. ábra**. Ezekből metallográfiai mintákat készítettünk; a WP00 elektrodával hegesztett lemezből 4 db mintát, a WLa15 és a WCe20 elektrodákkal hegesztett lemezekből pedig 8-8 db mintát.

Mivel a hegesztés során a hegesztési változókat állandó értéken tartottuk, így a csiszolatok alkalmasak voltak a beolvadási mélység és a varratalak összehasonlító vizsgálatára.

##### 6.2. Varratgeometria meghatározása

A beolvadási mélység és varratszélesség változását a varrathossz mentén a **7. ábrán** mutatjuk be.

A mért értékekre a legkisebb négyzetek módszerével egyenest illesztve megállapítható, hogy a WCe20 és WLa15 elektrodákkal készült varratok beolvadási mélysége növekvő és egymással azonos értéket mutat a hegesztési varrat hossza mentén – lásd **7. ábra**. A WP00 elektrodával hegesztett varratok esetén a beolvadási mélység szintén enyhén növekvő tendenciát mutat.

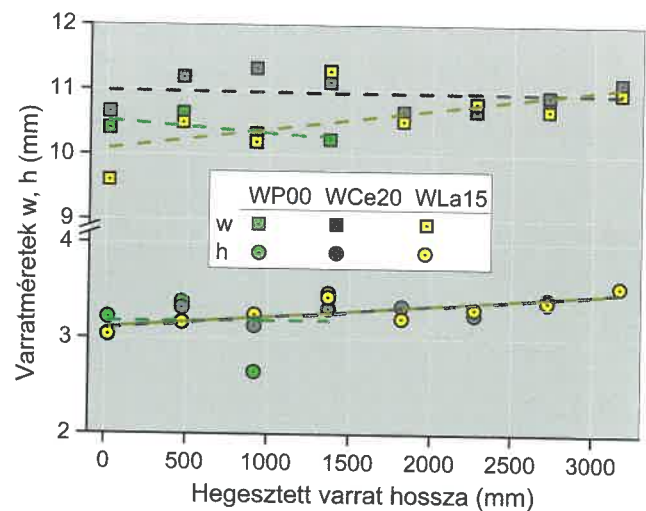
A varratszélesség a WCe20 elektrodával hegesztett munkadarabokon – ahogyan azt az illesztett egyenes meredeksége a **7. ábrán** mutatja – állandónak tekinthető. A WLa15 elektrodával hegesztett munkada-

rabok estén a varratszélesség – hasonlóan a beolvadási mélységhez – növekvő jelleget mutat. A varratszélesség WLa15 elektrodával hegesztve kezdetben ~ 9 %-kal kisebb, mint a WCe20 elektrodával hegesztett munkadarab esetén. Ez a különbség a varratszélességben az utolsó mérési pontban, 3170 mm hosszú varrat hegesztése után, megszűnik.

A WP00 elektrodával végzett hegesztés során a beolvadási szélesség kismértékű csökkenést mutat. Ugyanakkor meg kell jegyeznünk, hogy az illesztés jósága a WP00 elektrodán mért értékek esetében kisebb a WCe20 és WLa15 elektrodákon mért értékekkel összehasonlítva, mert a kiértékeléshez rendelkezésre álló illesztési pontok száma – a rövidebb hegesztési hossz miatt – csupán a fele.



6. ábra: Csiszolati minták készítéséhez levágott darab. (A lemezen látható furatok a cikkben nem részletezett optikai mérésekhez szolgáltak pozicionálására.)



7. ábra: A beolvadási mélység (h) és a varratszélesség (w) változása a meghegesztett varrat hosszának függvényében (A szaggatott vonalak egyenes illesztések.)

## 7. Az elektródák elhasználódása

### 7.1. A folyamatos hegesztésnél mért elektródakopások

Az elektródák tömeg- és hosszváltozását 1800 mm és 3600 mm varrat hegesztése után ellenőriztük. A mérési eredményeket az **3. táblázat** foglalja össze.

A tömegméréseket Denver Instrument APX-200 típusú, 0,1 mg mérési pontosságú digitális mérleggel, míg a hosszmeréseket 0,01 mm mérési pontosságú Mitutoyo digitális hosszmérő géppel végeztük.

A tömegmérések 1800 mm varrat-hossz elkészítése után a WCe20 elektródánál 0,4 mg-mal nagyobb tömegvesztéset mutatnak, mint a WLa15 elektródánál. Ez a különbség 3600 mm hosszú varrat elkészítése után csak kissé változott, 0,5 mg-ra nőtt. Ugyanakkor az elektródák hosszmerési eredményei 1800 mm varrathossz elkészítése után azt mutatták, hogy a

WLa15 elektróda csúcsának hosszváltozása a WCe20 elektródához képest háromszoros nagyságú, a különbség közöttük 0,06 mm. A hegesztést folytatva a WLa15 elektróda hossza további 0,01 mm-t csökkent, míg a WCe20 elektróda hossza nem csökkent tovább.

Az elektródatömegek relatív változását a **8. ábra**, a relatív hosszváltozásokét a **9. ábra** mutatja be.

Az elektródák csúcsairól sztereomikroszkóppal készített felvételeket a **10. ábra** mutatja be. A hosszmerési eredményekből és a sztereomikroszkóppal készített felvételekből az állapítható meg, hogy kezdetben az elektródák csúcsa kopik, tompul majd további terhelés során az elhasználódás az elektródák palástján folytatódik.

### 7.2. Az ívponthegesztésnél mért elektródakopások

Az ívgyújtásos terheléses vizsgálat során a hegesztőberendezést ponthegesztő üzemmódba állítottuk és egy

másodperces hegesztési idővel pontoszerű ívgyújtásokat végeztünk. Az elektródacsúcsokról készített felvételeket a **11. ábra** mutatja be.

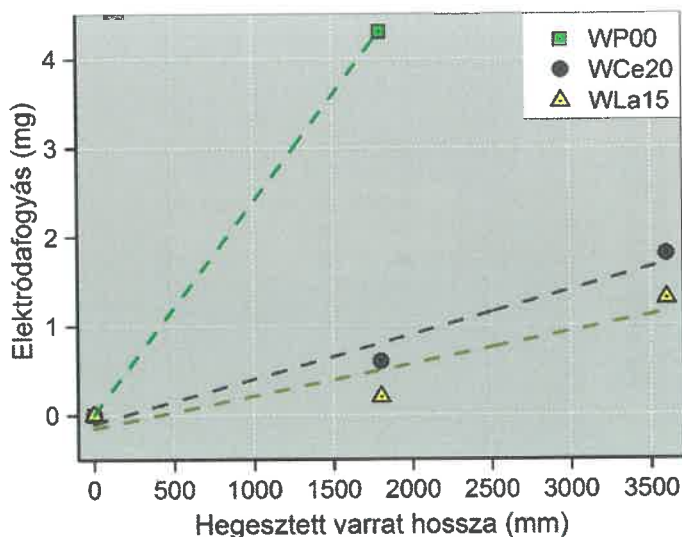
Az elektródák tömeg- és hosszmeréseinek eredményeit a **4. táblázatban** foglaltuk össze.

A **4. táblázat** eredményeiből látható, hogy a WP00 elektróda tömege az ötödik hegesztés után megnőtt a kezdeti tömegéhez képest. Ennek oka, hogy az elektródán az alapanyagból felfröccsenő idegen anyag rakódott le. Ezt a WP00 elektródánál tapasztalt ívinstabilitás okozta, ami a többi elektródánál nem fordult elő. A kiértékelésben a WP00 elektródának ezt az eredményét nem tekintettük relevánsnak. Ugyanakkor a hosszmerési eredményeit – melyet a felfröccsenő anyag mennyisége a mérési pontosság tekintetében elhanyagolható mértékben befolyásolt – felhasználtuk a további kiértékelésben.

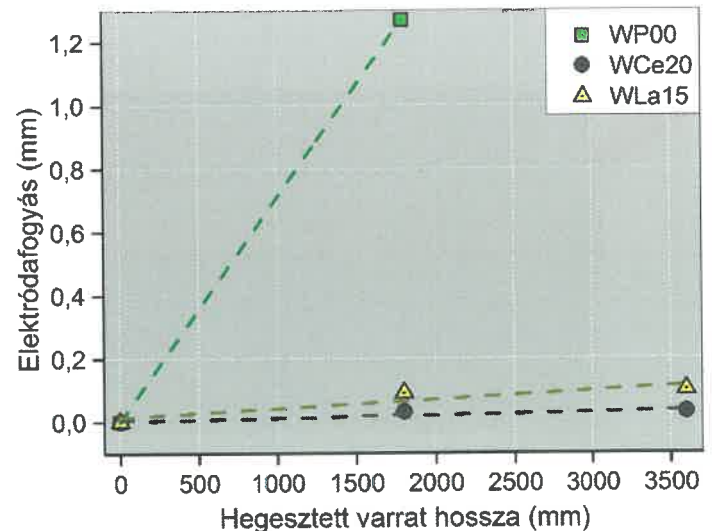
200 ívgyújtás után mind a WLa15, mind a WCe20 elektródán azonos mértékű tömegcsökkenést tapasztaltunk. A hosszváltozás vizsgálata – összhangban a folyamatos hegesztés során megfigyelttel – a WLa15 elektródán mutatott nagyobb elektródahossz csökkenést, ahogy azt a **12. ábra** mutatja.

		Elektróda tömege (mg)			Elektróda hossza (mm)		
		WP00	WCe20	WLa15	WP00	WCe20	WLa15
Varrat-hossz	0 mm	14501,1	13796,3	14445,0	174,95	174,94	174,96
	1800 mm	14496,8	13795,7	14444,8	173,68	174,91	174,87
	3600 mm	-	13794,5	14443,7	-	174,91	174,86

3. táblázat: Mért elektródatömegek és hosszok a hegesztési kísérlet során



8. ábra: Az elektródatömegek kiindulási állapothoz viszonyított csökkenése az elkészített varrathossz függvényében (A szaggatott vonalak egyenes illesztések.)



9. ábra: Az elektródahosszak kiindulási állapothoz viszonyított csökkenése az elkészített varrathossz függvényében (A szaggatott vonalak egyenes illesztések.)

# TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

		Elektroda tömege (mg)			Elektroda hossza (mm)		
		WP00	WCe20	WLa15	WP00	WCe20	WLa15
Ívgyújtások száma (db)	0	14431,2	13811,4	14353,2	174,18	173,92	175,53
	5	14432,7	-	-	173,22	-	-
	200	-	13811,0	14352,8	-	173,89	175,47
Változás mértéke		+1,5	-0,4	-0,4	-0,96	-0,03	-0,06

4. táblázat: A mért elektrodátömegek és hosszok az ívgyújtások számának függvényében

## 7.3. Elektrodacsúcs összetételének változása

Energiadisziperzív röntgenspektromikroszkópia (EDS: Energy Dispersive X-ray Spectrometry) segítségével meghatároztuk a hegesztés során kiégő anyagok mennyiségét, azaz az elektrodák összetételváltozását. Az elektrodacsúcsok anyagösszetételének vizsgálatát csak a folyamatos hegesztési kísérlethez használt elektro-

dákon végeztük el, mivel ezek tömege nagyobb mértékben változott, mint a pontszerű ívgyújtási kísérletben használt elektrodáké.

A WCe20 és a WLa15 jelű elektroda csúcsáról készített felvételeket a **13.** és **14. ábra** mutatja be.

Az EDS mérés során az elektrodák cérium és lantán tartalmát vizsgáltuk. A mért eredményeket **5. táblázatban** adjuk meg. A táblázati eredmények

	Adalék mennyisége (at%)	
	Ce	La
hegesztés előtt	2,7	1,85
hegesztés után	0,9	0,14
kiegített adalék (%)	65,3	92,4

5. táblázat: Az EDS vizsgálat eredményei cérium- illetve lantán-oxidot tartalmazó volfrám elektrodák hegesztés előtt és után

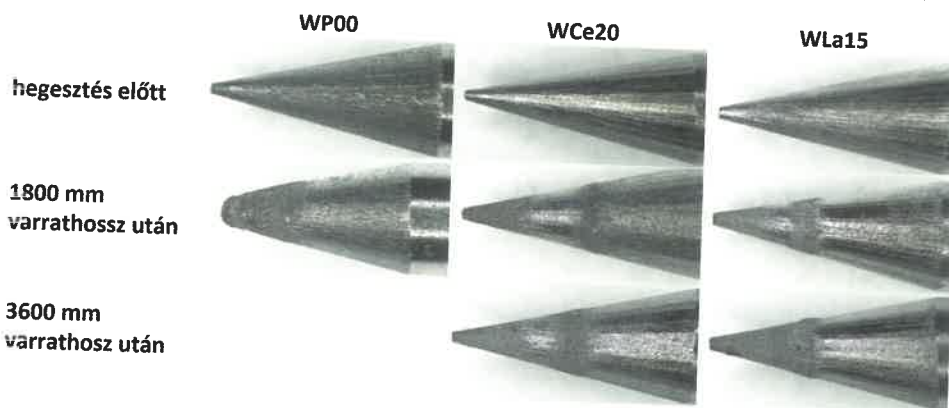
atomszázalékban értendők az elektrodák felületén a hegesztés során lerakódott idegen anyagok (Fe, C) miatt.

Az EDS mérés alapján a WCe20 jelölésű elektroda csúcsának cérium tartalma ~65 %-kal csökkent, míg a WLa15 jelölésű elektroda csúcsának lantán tartalma ~92 %-kal lett kisebb. Az adalékkiegészítés tehát a WLa15 elektrodánál nagyobb mértékű.

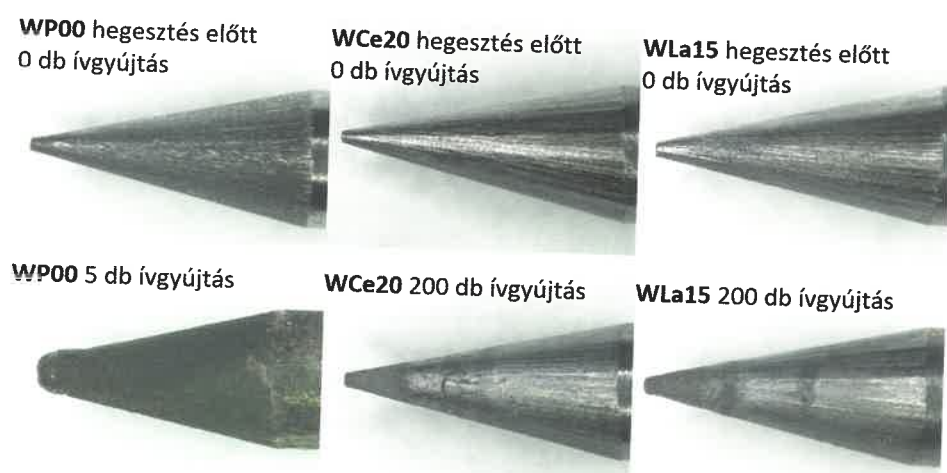
## 8. Következtetések

S235 jelű, ötvözetlen szerkezeti acél vastaglemezen, hozaganyag nélküli TIG-hegesztéssel (142), 200 A áramerősséggel végzett kísérleteinkkel igazoltuk, hogy a WP00, WCe20 és a WLa15 típusú elektrodák elhasználódásában jelentős különbségek mutatkoztak.

- Folyamatos hernyóvarrat hegesztése
  - A WCe20 és WLa15 elektrodákkal készült varratok beolvadási mélysége növekvő és egymással azonos értéket mutat a hegesztési varrat hossza mentén. A beolvadási mélység változása a teljes varrathosszon 0,5 mm-en belüli, így kijelenthető, hogy az elektrodák fém-oxid tartalma csekély hatással bír a beolvadási mélységre.
  - A varratszélesség a WCe20 elektrodával hegesztett munkadarabokon állandónak tekinthető, míg a WLa15 elektrodával hegesztett munkadarabok esetén a varratszélesség növekvő jellegű mutat.
  - A tiszta, avagy oxidtartalom nélküli WP00 elektroda tömegvesz-

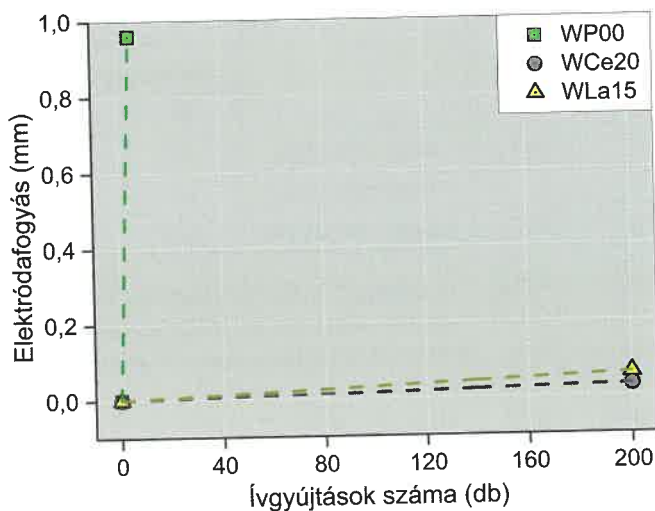


10. ábra: Az elektrodacsúcsok a hegesztés megkezdése előtt, majd 1800 mm és 3600 mm varrat-hossz hegesztése után. (Elektrodaátmérő 2,4 mm.)

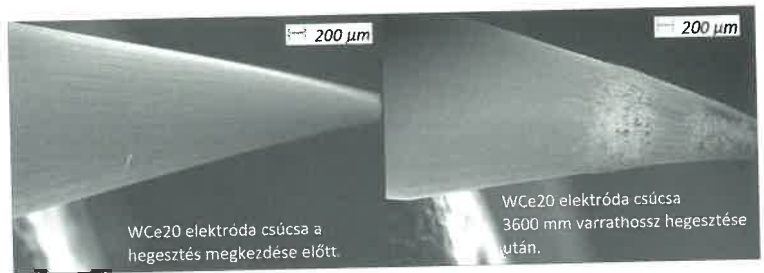


11. ábra: Az elektrodacsúcsok a hegesztés megkezdése előtt, majd 5 és 200 ívgyújtás után (Elektrodaátmérő 2,4 mm.)

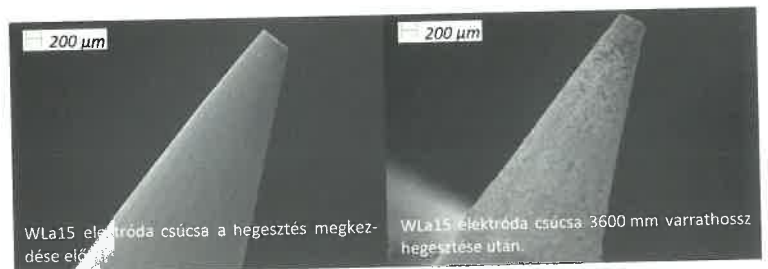
# TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK



12. ábra: Az elektródahosszak kiindulási állapothoz viszonyított csökkenése az ívgyújtások számának függvényében (A szaggatott vonalak egyenes illesztések.)



13. ábra: A WCe20 elektródáról készült SEM felvételek a hegesztés előtt és 3600 mm hosszú varrat hegesztése után (Páasztázó elektronmikroszkóp, SEM: Scanning Electron Microscope)



14. ábra: A WLa15 elektródáról készült SEM felvételek a hegesztés előtt és 3600 mm hosszú varrat hegesztése után

tesége 1800 mm varrathossznál huszonegyszerese a legkisebb tömegvesztést elszenvedett WLa15 elektródához képest. A fém-oxid ötvözésű elektródák tömegvesztésének eltérése 3800 mm varrathossznál közel azonos (>1,3 mg).

- Az ívterhelés hatására kezdetben az elektródák csúcsa használódik el, megindul az adalékkiegészítés, majd további terhelés során az elhasználódás az elektródák palástján folytatódik. Az elhasználódás és az elektródacsúcs tompulása az oxidtartalom nélküli WP00 elektródán már 1800 mm varrathossznál jelentős. A fém-oxid részecske erősítéses kompozit elektródák elhasználódása lényegesen kisebb. Ezek az elektródák az elektródacsúcs tompulása még 3800 mm varrathossznál is minimális.
- Ívponthegeztés
  - A fém-oxid tartalmú elektródák tömegvesztése 200 db ívgyújtás után nem mutatott eltérést. A tömegvesztés mindkét típusnál 0,4 mg volt.

- A fém-oxid adagolású kompozit elektródák hosszváltozásában 200 db ívgyújtás után a WLa15 elektróda kétszeres elhasználódást mutatott a WCe20 típusú elektródához képest.
- Az oxidtartalom nélküli WP00 jelű elektróda hosszváltozása, „tompulása”, már 5 db ívgyújtás után jelentősen, több mint egy nagyságrenddel, meghaladta a fém-oxid adagolású kompozit elektródákét.

Vizsgálataink alapján, ötvözetlen szerkezeti acél, a WCe20 típusú elektródák használatát javasoljuk.

## Irodalomjegyzék

- [1] MSZ EN ISO 4063:2016, Hegesztés és rokon eljárások. A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító számuk, 2016. szeptember
- [2] Baránszky-Jób I. (1985): Hegesztési Kézikönyv. Műszaki könyvkiadó, Budapest
- [3] Vágvölgyi G., Dobránszky J., Gyura L., Reichardt L. (2004): A védőgáz és a volfrámelektrod-csúcskialakítás hatása az ausztenites acélok varrat-

geometriájára. XI. Nemzetközi Hegesztési Konferencia, Budapest: Hegesztés az európai csatlakozás után, 2004.08.23-2004.08.26

- [4] Diamond Ground Products (2013): Tungsten Guidebook
- [5] MSZ EN ISO 6848, Ívhegesztés és -vágás. Nem leolvadó volfrámelektrodák. Osztályba sorolás, 2016. január
- [6] Szunyogh L. (2007): Hegesztés és rokon technológiák Kézikönyv. Gépipari tudományos Egyesület, Budapest
- [7] J. Cornu (1988): Advanced Welding Systems: TIG and Related Processes. IFS
- [8] Kientzl I. (2002): A volfrámelektroda kopási folyamatának vizsgálata az AVI-hegesztésnél. Tudományos diákköri dolgozat
- [9] Dobránszky J., Bella Sz., Kientzl I. (2005): Wear of the tungsten electrode at the TIG arc-spot welding of dissimilar metals. MATERIALS SCIENCE FORUM, 473-74. pp. 73-78. ISSN 0255-5476



# CLOOS KOBOT

**Lépjen be egyszerűen az automatizált hegesztés világába**

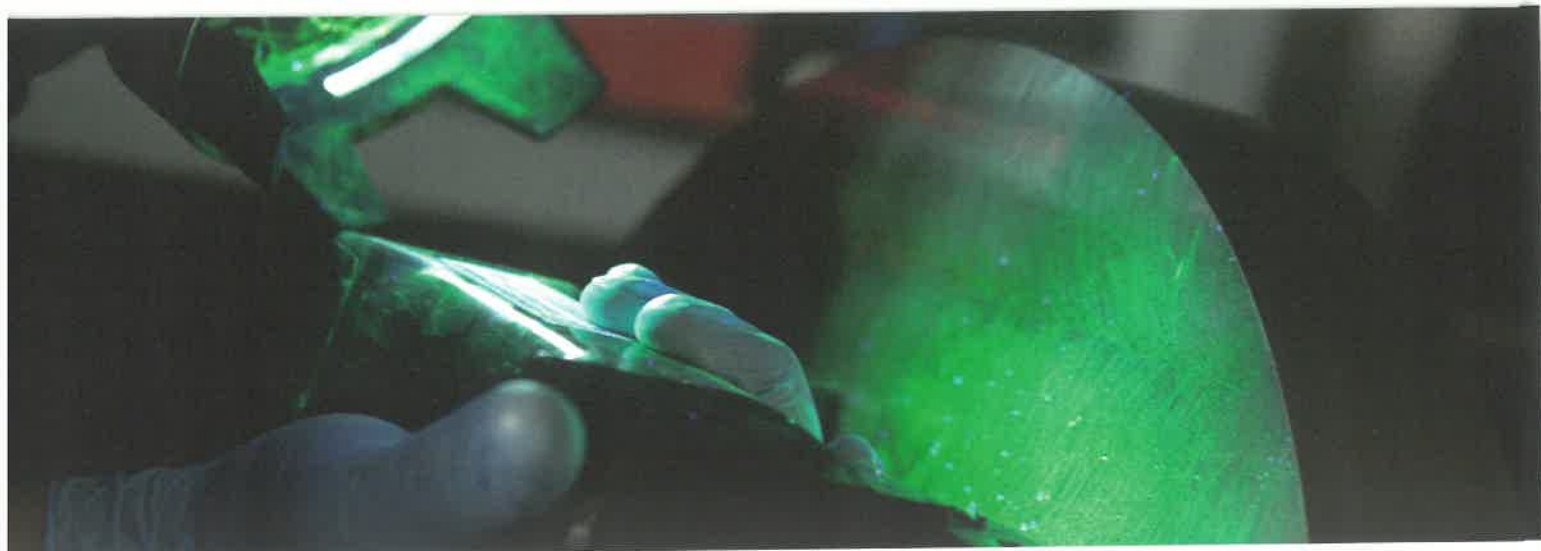
- Gyors telepítés
- Egyszerű használat
- Kompakt kialakítás
- Könnyű programozás
- Kiváló hegesztési minőség

**HEGESZTÉSRE  
TERVEZVE!**

**SMERJE MEG A CLOOS KOBOT  
HEGESZTŐRENDSZERÉT!  
FOGLALJON IDŐPONTOT  
INGYENES GÉPBEMUTATÓRA!**

2142 Nagytarcsa  
Alsó Ipari krt. 6. G.  
+36 20 290 55 82  
robot-welding@cloos.hu  
www.cloos.hu

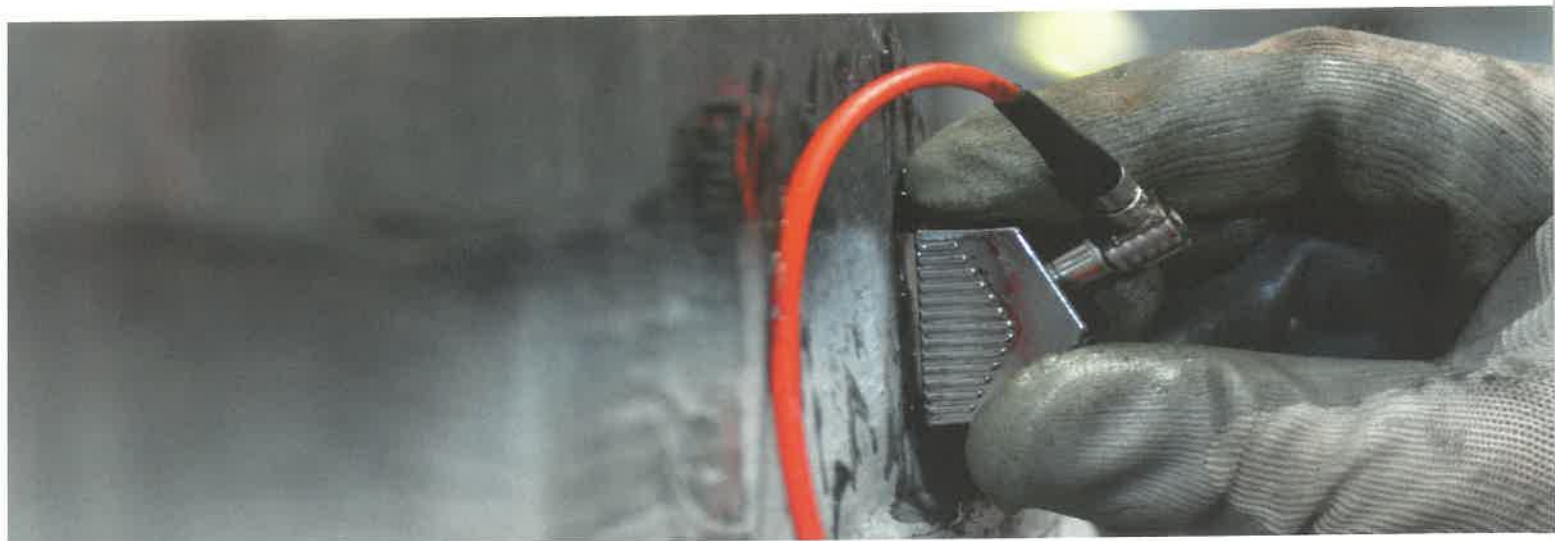
**CLOOS**  
HEGESZTÉSTECHNIKA



# HIDRA

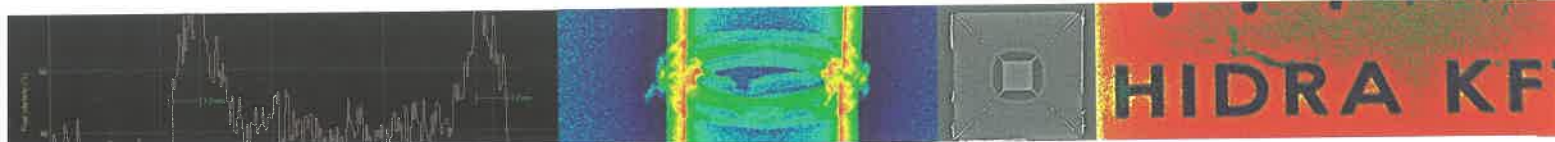
FELNŐTTKÉPZŐ KÖZPONT

Roncsolásmentes anyagvizsgálati képzések



VT - szemrevételezéses  
PT - folyadékbehatolásos  
MT - mágneses  
LT - tömörségvizsgálat  
RT - radiográfiai  
UT - ultrahangos  
PED - nyomástartó edény vizsgálat

1-es és 2-es szintű képzések  
3-as szintű vizsgafelkészítés  
Újratanúsítás  
Sugárvédelmi tanfolyamok  
Analog, digitális és fázisvezérelt  
ultrahangos készülékek  
Digitális röntgen



[facebook.com/felnottkepzes.hidra](https://facebook.com/felnottkepzes.hidra)

1108 Budapest, Harmat utca 208.  
+36-1-426-0349  
[anyagvizsgalo@hidra.hu](mailto:anyagvizsgalo@hidra.hu)  
Nyilvántartási szám: B/2020/00061

## Anyagvizsgálatokra alkalmas mobil vizsgálókocsi intelligens prototípusának kifejlesztése a Hidra Felnőttképző Központ Kft-nél

### 2. rész

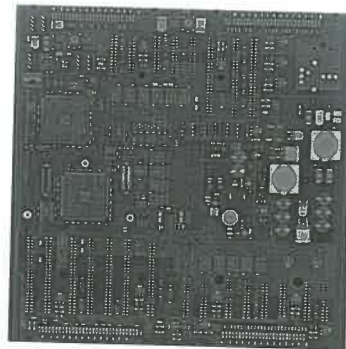


**HIDRA Felnőttképző Központ Kft.**  
 Iravelezési cím: 1105 Budapest, Hémez u. 10  
 számlázási cím: 1105 Budapest, Cserkesz u. 20  
 fióktelep: 8000 Kecskemét, Kaffka Margit u. 1.  
 Tel.: (1) 431-0880 e-mail: [iroda@hidra.hu](mailto:iroda@hidra.hu)  
 Felnőttképzési nyilvántartási szám: E-000521/2014  
 Nyilvántartási szám: 8/2020/000617  
 Engedély szám: E/2020/000136  
<http://kepzes.hidra.hu>

A következő termékcsoport, amit vizsgáltunk a réz, vagy egyéb szál gyártásakor használt húzókö. A húzókövek radiográfiai vizsgálata nem vezetett célra. A belső „tölcséres” szakasz más méretűnek látszik a radiográfiai felvételen, mint ami a valós. Ez a feketedés törvényszerűségeiből adódik. A

kő anyagában sem találtunk egyik esetben sem anyagfolytonossági hiányt. Viszont a digitális nagyító rendszerrel már meg tudtuk vizsgálni a redukáló kúpot, és a rendeltésszerű használatból adódó, különböző mé-

tékű kopásokat tapasztaltunk. A mesterséges hibákat az esetek nagy részében egyszerű szemrevételezéssel is meg lehetett állapítani. Viszont voltak olyan kisméretű mesterséges hibák, melyeknél szükséges volt a nagyítás. A húzókövek gyártása és használata egyaránt nagyfokú precizitás mellett zajlanak. Az esetleges hibák kimutatása egy ugyancsak precíz eszközt igényel, aminek a digitális nagyító berendezés megfelel. Nem tartjuk indokoltnak egy, a húzókövekkel foglalkozó szabvány megalkotását, viszont az eljárás módszer kiváló alapot ad a minőség-ellenőrzéshez és az esetleges hibák okainak feltárásához.



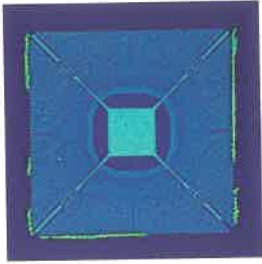
hogy nincs lehetőség műszeres, vagy tesztrendszeres vizsgálatra. A radiográfiai vizsgálat megfelelő alternatívának bizonyult. Többretegű nyomtatott áramkör esetén is egyértelműen kimutathatók a vezetősávok esetleges hibái. A hiba kimutathatósága a felhasznált

anyagok sűrűségének eltéréseiből adódik. Az 1,8 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű üvegszálas epoxi kompozit anyagának 1,2 mm vastagsága mellett is tökéletesen látható a 0,2 mm vastagságú réz vezetősáv, mivel annak sűrűsége jelentősen nagyobb, az üvegszálas epoxi ötszöröse, 8,96 g/cm<sup>3</sup>. Gyakorlatilag ki lehet mutatni egészen kisméretű fémmérványokat kompozit anyagokban. Nagyon kisméretű eltéréseket kutattunk, és a Vidisco vezérlő szoftverének addig alig, vagy egyáltalán nem használt funkciói ezúttal hasznosnak bizonyultak. Sajnos a gyártó csak nagyvonalú leírásokat ad meg a kezelési útmutatóban arról, hogy a kezelőszoftver szűrő-funkciói milyen módon teszik a kép részleteit jobban észlelhetővé.



Viszont a pályázati munka ezen szakaszában olyan dolgokat fedeztünk fel, melyek tükrében sikerült ezeket a funkciókat megérteni és így definiálni. A nagyobb méretű hibák esetében használt „detection” funkció itt már nem adott megfelelő képeket, ilyen kisméretű tárgyaknál a „refining” bírt kiemelt jelentőséggel. Összességében kijelenthető, hogy





radiográfiai eljárás tökéletesen alkalmas a nyomtatott áramkörök vizsgálatára, így a műanyagokhoz hasonlóan elképzelhetőnek tartunk egy olyan kutatást a jövőben, melynek eredménye a kompozit anyagok, illetve a kompozit anyagokból készült termékek minőségét szabályozza, akár szabványok formájában, különböző anyagvizsgálati módszerek esetén.

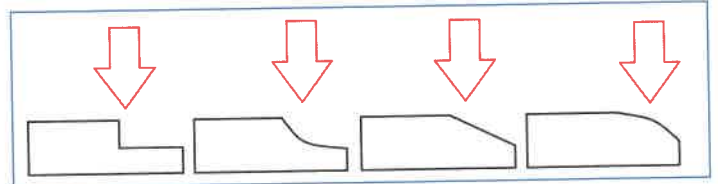
A termékeket radiográfiai vizsgálata után a fázisvezérelt ultrahangos vizsgálat következett. Ha ultrahangos roncsolásmentes anyagvizsgálatot szeretnénk végezni, akkor szükséges a vizsgálati etalon. Az ismert mérettel és formával rendelkező etalon segítségével lehet például a vizsgálati tartományt bekalibrálni, az érzékenységet meghatározni és ellenőrizni. Jelen termékek esetén is a fémeknél szabványosított ismereteket vettük kiindulási alapnak és az itt megszerzett tudást próbáltuk átültetni az FDM eljárással gyártott termékek vizsgálatára. A vizsgálati file elkészítése után lehet elkezdni kalibrálni a berendezést. Az első lépés kalibráció során mindig a 0 pont és a mérési tartomány hitelesítése, azaz a geometriai hitelesítés elvégzése. Nem sikerült visszhangjeleket előállítani a vizsgálati etalonok segítségével, ebből adódóan sajnos nincs semmi, amit ábrával lehetne szemléltetni. Hiába próbálkoztunk több módszer mellett egyéb praktikákkal. Ennek oka lehet egyrészt maga a technológia. Az egyes rétegek nem egyszerre szilárdulnak meg, így nem alakul ki teljesen homogén anyagszerkezet, az egyes szálak közé mikroszkopikusan kicsi levegő vagy egyéb anyagok kerülhetnek, amik ellenállásként viselkednek az ultrahang terjedésével szemben. A kitöltés javítására technológiai paraméterek változtatását lehet esetleg eszközölni, de külön kellene vizsgálni az egyes paraméterek hatását a kitöltésre, az egyes szálak és rétegek közötti homogén kapcsolatára.



A lencsék vizsgálata során a legfontosabb tapasztalatot a mikroszkópos és radiográfiai felvételek közötti különbségek jelentették. A különbség az adott hiba keletkezéseinek körülményeiből adódik. A csorbulások és karcolások esetében tapasztalhattuk, hogy az adott pontból hiányzó anyag a hiba mentén is felgyűrődhet, ami a radiográfiai felvételen egyfajta anyag többletnek hat. A vizsgálat előnyét az adta meg, hogy szabad szemmel is „beleláttunk” az anyagba, a digitális nagyítóval az esetleges eltéréseket rögzíteni és eb-

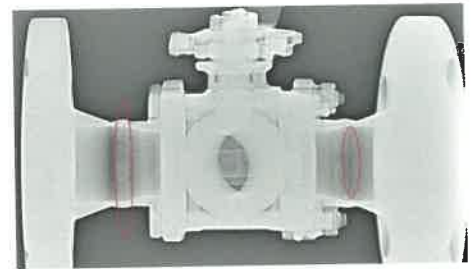
ből adódóan méretezni is lehet. A röntgenfelvételek más-ként „érezkelték” az eltéréseket.

A radiográfiai és mikroszkópos felvételek közötti különbség továbbá adódik abból is, hogy az anyag felülete és a hiba kezdőpontja között milyen szögű a szintkülönbség. Magyarán, minél meredekebb az eltérés „fala”, annál pontosabban lehet meghatározni a hiba kiterjedését radiográfiai úton, mivel ez a meredekség meghatározza a kontúrt.



Felmerül a kérdés, hogy fémek vizsgálata esetében, hogy egy adott hiba, legyen az porozitás vagy kötésihiba, valójában milyen méretű. Illetve felmerül a kérdés, hogy szükséges-e egy gyakorlatban alkalmazott szabvány mellett ilyen pontosságú méretezéssel foglalkozni.

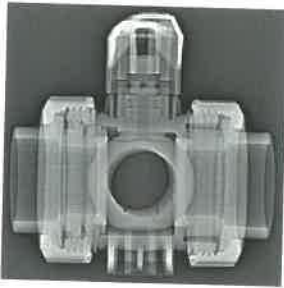
Az utolsó termék kategóriánk a különböző alapanyagokból felépülő saválló gömbcsapok. Két különböző alapanyagból – fém vagy műanyag – előállított szerkezetben található eltérő anyagminőségű, de azonos funkciót szolgáló alkatrészek. A saválló acélból készült



gömbcsapok hegesztési varratainak radiográfiai vizsgálata során jobb felvételeket sikerült készítenünk, mint azt reméltük az anyag vastagsága, és a termék felületének komplexitása alapján. A gömbcsap „csővezeték” szakasza vastag falú, kis átmérőjű, rövid, a környezetében számos különböző méretű és kiterjedésű felületi rész van (gömbcsap szerkezete, karima stb.). A gömbcsap minden attribútuma miatt úgy gondoltuk, hogy többek között falkiegyenlítő hatása miatt izotóppal lehetne a legjobb felvételeket készíteni. A Vidisco készülék vezérlő szoftverében az úgynevezett „average”, vagyis átlagoló funkciónak köszönhetően lehetőség nyílik olyan vastagságok átvilágítására, melyeket alapvetően izotóppal végeznénk el. A gömbcsap belső szerkezetének radiográfiai vizsgálata viszont nem hozott megfelelő eredményeket, mivel annak komplexitását már nem tudtuk áthidalni rendelkezésre álló eszközeinkkel. A gömb felületén levő hibák legfeljebb igen extrém hibaméret esetében mutathatók ki. Azok a gömbszerkezeten levő mesterséges hibák, melyek az általunk vizsgált termékekben vannak, nincsenek olyan méretűek, hogy azt radiográfiai úton ki lehessen mutatni.

# SAJTÓKÖZLEMÉNYEK

A műanyag házban helyet foglaló gömbcsapok esetén a radiográfiai felvételek alapján elmondható, hogy a termékeken található mesterséges és természetesen hibákat, folytonossági hiányokat a legtöbb esetben ki tudtuk mutatni. Abban az esetben, amikor nem sikerült a mesterséges indikáció kimutatása, a folytonossági hiány méretében rejtett a probléma, nem pedig a vizsgálati rendszerben, vagy a hiba pozíciójában (hasonló jellegű de mélyebb repedést például minden probléma nélkül ki tudunk mutatni). Az eljárás előnye mindkettő alapanyagú golyóscsap esetén a könnyű vizsgálhatóság. Az egyes alkotó alkatrészeket adott esetben egyesével, szétszerelt állapotban



kellene vizsgálni. A radiográfiai rendszer modernségének, alkalmazott technológiájának és hordozhatóságának köszönhetően, a termékeket akár beépített állapotban is lehet ellenőrizni. Vagyis, szétszerelés nélkül is megfelelő információt kaphatunk az elemek állapotáról.

## A mobil vizsgálókocsi

Az elvégzett kutatási-fejlesztési pályázat során tehát elmondható, hogy sikerült egy olyan anyagvizsgálatokra és anyagvizsgálati oktatásra alkalmas mobil vizsgálókocsit megalkotni, ami egyezik a célkitűzésekben megfogalmazott igényekkel, elvekkkel és módszerekkel. A platform tökéletesen alkalmas fém, műanyag és kompozit alapanyagú termékek roncsolásmentes vizsgálati feladatainak elvégzésére. Mobilitásának köszönhetően, nehezebb környezeti körülmények között található vizsgálati helyszínre is el lehet jutni vele. A választott berendezések és módszerek alkalmazásával teljeskörű, felületi és térfogati anyagvizsgálati feladatok oldhatók meg, tehát 100 %-os ellenőrzése biztosított a vizsgált termékeknek, alkatrészeknek. Olyan innovatív termékek vizsgálatához sikerült vizsgálati módszert kifejleszteni, amilyenekkel eddig hallgatóink nem találkozhattak az anyagvizsgálat során. Gondolunk itt például a nyomtatott áramköri lapokra, vagy additív gyártással előállított termékekre. A vizsgálati módszerek könnyen tanulhatók, és taníthatók.



A platform tökéletesen alkalmazható oktatási célokra is. Az utánfutó kialakításának köszönhetően kifejezetten alkalmas kihelyezett

tanfolyamok, bemutatók megtartására, mivel az egyik oldalsó felület teljes mértékben felnyitható. A választott berendezések is nagy mértékben hozzájárulnak a minél innovatívabb, jövőbe mutató műszaki ismeretek hatékony átadásához. A berendezések egy része számítógép által vezérelt. Másik része olyan önálló rendszert alkot, ami számítógéphez, monitorhoz, kivetítő vászonhoz csatlakoztatható. Mindkét esetben, az elvégzett feladatokra, beállításokra és folyamatokra vonatkozó információk nagyon egyszerűen megoszthatók több emberrel is. A radiográfiai rendszer biztonsági követelményei is a hatékony oktatást szolgálják, mivel az ismert anyagvizsgáló röntgensövek közül az általunk választottaknak vannak a legkevésbé szigorú sugárvédelmi követelményei. Összességében elmondható, hogy a mobil roncsolásmentes anyagvizsgálati platformot az előzetes terveknek megfelelően sikerült megvalósítani.



## Irodalomjegyzék:

Balder Rai, C.V. Subramanion, T. Jayakumar: *Non destructive testing of welds* (2004); Chawla, K. K. *Ceramic Matrix Composites*. London: Chapman and Hall; Hegedűs Sándor: *Erőművi hegesztett kötések minősítő rendszere*; I. Gibson, D.W. Rosen, B. Stucker: *Additive Manufacturing Technologies*, Springer, New York; J. Krautkrmer, H. Krautkrmer, *Ultrasonic Testing of Materials, 3rd Edition*, Springer Berlin Heidelberg; J. L. Rose, *Ultrasonic Waves in Solid Media*, Cambridge University Press, Cambridge; Morgan, Peter. *Carbon Fibers and the Composites*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis; Olympus Corporation, Panametrics-NDT, *Ultrasonic Transducer Technical Notes* (2006); *Radigrafhy In Modern Industry* (KODAK, 2009); *Radiográfiai vizsgálatok* (Fülesi Lajos 2009, befejeetlen kézirat); Schwartz, Mel M. *Composites Materials*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc; Szalay Ferenc: *Roncsolásmentes vizsgálatok a GDHD-ban*; stb)



# TEDD A CSAPATODAT ERŐSEBBÉ.

## EGYSZERŰ AUTOMATIZÁLÁS COBOTTAL.

Fedezze fel a kollaboratív hegesztést a Cobot hegesztési csomaggal. Ideális kisebb és közepes szériák gyártására. Gyors üzembe helyezés, egyszerű kezelés, tökéletes eredmény

### VALÓS LORCH.



[www.lorch-cobot-welding.com](http://www.lorch-cobot-welding.com)

További információ az Ön helyi Cobot-partnerétől:

Kelet-Magyarország:  
**RECHNEN**  
[www.rechnen.hu](http://www.rechnen.hu)

Közép-Magyarország:  
**HEINBO**  
[www.heinbo.hu](http://www.heinbo.hu)

Nyugat-Magyarország:  
**LrCH**  
[www.lrch.hu](http://www.lrch.hu)

**LORCH**  
smart welding

Auenwald, 2021.07.20.

**LORCH**  
smart welding

**TIG varratkép MIG-MAG sebességgel**

## *Kétszer gyorsabban hegeszthet igényes varratképet a Lorch új MicorTwin hegesztési eljárásával*

Tökéletes varratkép maximális sebességgel: A Lorch új MIG/MAG hegesztési technológiája a MicorTwin hegesztési eljárás gyorsabban és könnyebben teszi lehetővé olyan igényes varratkép hegesztését, amelyeket eddig általában az időigényes AWI eljárással végeztek. A kiváló varratminőség mellett a MicorTwin kétszer olyan gyors hegesztési sebességet kínál, mint az AWI eljárás, és jelentősen könnyebb is kezelni.

Korábban az AWI eljárással különösen szép, egyenletesen pikkelyezett varratokat lehetett elérni alumínium, korrózióálló acél (CrNi) és vékony vagy közepes anyagvastagságú ötvözetlen szerkezeti acél alapanyagok hegesztésénél. A kihívás: Az AWI eljárás letisztultabb formájú, időigényes, és nem versenyezhet a MIG-MAG eljárás termelékenységével. A Lorch új MicorTwin hegesztési eljárásával nemcsak 100%-kal gyorsabb hegesztési sebesség érhető el, hanem - mint azt a hegesztési varratok összehasonlítása is mutatja - a MicorTwin még olyan varratképet is kínál, amely semmiben sem rosszabb az AWI eljárásnál. A varrat megjelenése az egyéni képességekhez igazítható a kényelmes, dinamikus beállítás segítségével, a sűrű pikkely elrendezéstől a durváig választható ki. Különösen könnyen gyárthatók olyan alkatrészek, mint egyes alv-



1. ábra: A legsűrűbb hegesztési varratok kétszeres sebességgel a Lorch innovatív MicorTwin hegesztési eljárásával.

zak (kerékpárok, járművek), állványok (asztalok, székek, ágyak) és sok más, ahol a kiváló vizuális megjelenés is fontos. Frank Knuf, a Lorch felelős fejlesztési hegesztője: „Nem gondoltam volna, hogy MIG-MAG eljárással létrehozható ilyen kiemelkedően jó varratkép ilyen sebességgel.”

A MicorTwin másik előnye: az egyszerű kezelés. A hegesztési programokat az alkalmazási terület egészére optimalizálták úgy, hogy a hegesztés közvetlenül a hegesztési paraméterek időigényes beállítása nélkül is megkezdhető legyen. Ennek megfelelően a varrat tökéletes megjelenése érhető el anélkül, hogy elveszítené a MIG-MAG folyamat könnyebb irányíthatóságát. Különösen a



2. ábra: Az összehasonlítás azt mutatja: A MicorTwin (lent) az AWI eljárással egyenértékű varratképet biztosít (fent).



3. ábra: Jobb hegesztési varrat egyetlen gombnyomással: A kívánt varratkép egyedileg állítható a dinamikus vezérlés segítségével - a durva (fent) a normál és a sűrű varratkép (alul) között.

# SAJTÓKÖZLEMÉNYEK

mai kiélezett piaci helyzetben, amikor komoly a versenyhelyzet és a költségek is egyre jobban nőnek, ez a megoldás nagyszerű, és további előrelépési lehetőségeket kínál a vállalatoknak.

A MicorTwin alkalmazás telepítéséhez aktivált, impulzusos eljárással rendelkező MicorMIG (MicorMigPulse) hegesztőgép rendszerre van szükség. A MicorTwin a Lorch MicorMIG Pulse sorozatának minden teljesítményosztályához (300, 350, 400, 500 Amper) elérhető. Az új rendszerek esetében az innovatív hegesztési eljárás már benne van a FullProcess csomagban ugyanazon az áron. A meglévő MicorMIG Pulse rendszerek esetében (a 2018. után gyártott gépeknél) szoftverrel történő frissítés könnyen megvalósítható NFC kártya használatával.

„Az új hegesztési eljárással sikerült sok olyan alkalmazást átalakítanunk a sokkal hatékonyabb MIG/ MAG eljárásra, amelyeknél korábban csak az AWI eljárással tudtuk elérni a szükséges varratképet.”-mondja Maximilian Hipp, a Lorch MicorTwin hegesztési eljárás termékmenedzsere. A kiváló varratkép és a hatalmas sebességelőny mellett ez az eljárás lehetőséget kínál a hegesztési személyzet alkalmazhatóságának célzottabb megtervezésére is. Hipp: „A MicorTwin könnyű kezelhetőségének köszönhetően szinte minden vállalat kiváló minőségű korona varratokat tud nagy termelékenységgel előállítani. A magasan kvalifikált AWI hegesztők felszabadulnak, míg a MIG/ MAG hegesztők új, egyszerű, de a legmagasabb minőségi eljáráshoz jutnak.” Ezen kívül egyes vállalatoknak már nem kell kü-



4. ábra: Az igényes könnyűfém területen (itt alumínium) még a legsűrűbb pikkely kialakítású varratok is gond nélkül és kiváló minőségben hegeszthetők az új MicorTwin hegesztési eljárással.

lönböző eljárású hegesztő berendezéseket tartaniuk. Különösen vékony és közepes vastagságú, 1-8 milliméteres lemezek hegesztésekor a MicorTwin gyönyörű, egyenletesen pikkelyezett varratokat képes elérni.

A német Lorch Schweißtechnik GmbH. a piac egyik vezető gyártója az ipari alkalmazásokhoz szükséges ívhegesztő berendezések, az igényes fémmegmunkálás, valamint a robotok és együttműködő robotrendszerek (kollaboratív robotok = Cobotok) automatizálásának területén. A Lorch minőségi rendszereit több mint 60 éve gyártják Németországban, a világ egyik legmodernebb hegesztő berendezéseket gyártó üzemében, és több mint 60 országba exportálják azokat. A Lorch hegesztési technológia nagy gyakorlati előnyöket, rendkívül egyszerű kezelést és magas gazdasági hatékonyságot egyesít, és új technológiai szabványokat állít fel a piacon.

## Kapcsolattartó:

Lorch Schweißtechnik GmbH  
Lisa Michler  
T +49 7191 503-0  
F +49 7191 503-199  
Im Anwänder 24-26  
71549 Auenwald  
Germany

Abdruck frei. Belegexemplar erbeten.



5. ábra: A MicorTwin eljárás alapjai:  
a Lorch teljes MicorMIG Pulse a különféle teljesítmény osztályokban  
kapható (300, 350, 400 és 500 Amper) sorozata.



**WELDOTHERM KFT.**  
**HEGESZTÉSTECHNIKA**  
**HŐKEZELÉS**



## **High-tech Németországban** **High-tech Magyarországon**

Egyenletes hőbevitel függetlenül a munkadarab tömegétől.  
A folyamatosan mért hőfokváltozásnak és a programvezérlésnek  
köszönhetően a hőfokeltérés a teljes fűtési tartományban kisebb mint 1%.  
Folyamatos hőfokregisztrálás, kiforrott, bevált technológia.

**Több évtizedes szakmai múlttal párosítva = WELDOTHERM**

**WELDOTHERM Hőtechnikai és Kereskedelmi Kft.**  
**8400 Ajka, Gyár u. 40. Telefon/Fax: 06-88/213-934, 213-935**

Petényi Imre, hegesztőmérnök

## ***A szimulátor-technológia a 21. századi hegesztőképzésben***



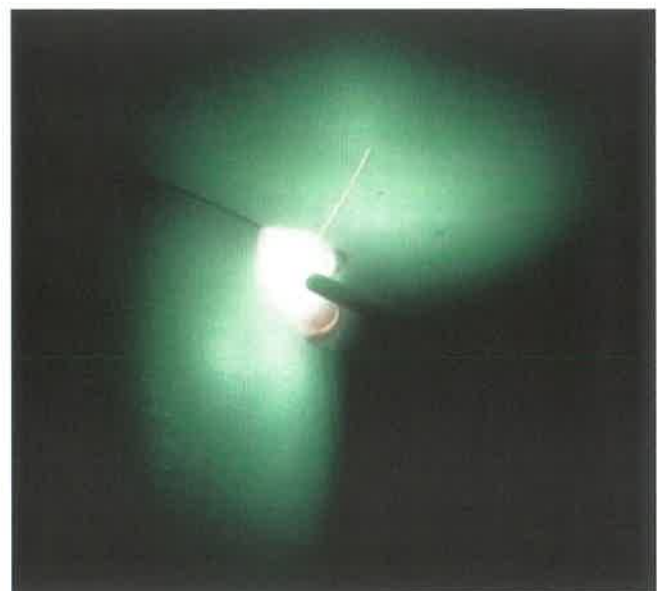
A 20. század végére a technológiai fejlődés lehetővé tette a magas színvonalú szimulátorok megjelenését. Ma már a pilótaképzés és a Forma 1-es fejlesztési munka elképzelhetetlen a valósághű, virtuális valóság élményét adó szimulátor-technológia nélkül. Miért lenne kivétel ez alól a hegesztőképzés?

A spanyol Soldamatic hegesztőszimulátor a világ első kiterjesztett valóság élményét (angolul AR-t) adó ívhegesztő oktatóberendezése.

Olyan új technológiát alkalmaz, mint az AR, hogy segítse a tanulási folyamatot és fejlessze a készségeket és az izommemóriát. Az AR élménnyé teszi a tanulást, egy biztonsá-



2. ábra: Soldamatic hegesztőszimulátor a munkadarabokkal és a TIG pisztollyal



3. ábra: Bevontelektrodás ívhegesztés PD pozícióban

## Ifjan – Éretten – Öregén: Fehérvári Attila

Ismét egy új kiadvánnyal gyarapodott az „Ifjan – Éretten – Öregén” című sorozat: megjelent **Fehérvári Attila** életét és a szakmai munkásságát bemutató kötet. A hagyományoknak megfelelően Dr. Tóth László professzor „beszélgetőtárs” közreműködésével összeállított, mintegy 286 oldal terjedelmű könyv gazdag képanyaggal illusztrálva vezeti végig az olvasót Fehérvári Attila több mint 80 éves életpályáján.

Betekintést nyújt életének első évtizedeibe, melyben a nyiladozó értelem és a tudásvágy kibontakozott, és felfedezhette Attila a matematika szépségét. 1962-ben a Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett gépészmérnöki oklevéllel a zsebében vezetett útja évfolyamtársával, Rittinger Jánossal együtt a VASKUT-ba. Szakmai tevékenysége három évtizeden át, 1992-ig kötötte az intézethez, majd 2005-ig az általa alapított és vezetett WELMAT Kft.-hez.

A több évtizedes kutatómunka kiemelkedő szakmai eredményekkel tündelt. A kutatási eredményei szabványokban és egyetemi oktatási anyagokban öltöttek testet. A 80-as évek elején részt vett az akusztikus emissziós anyagvizsgálatok bevezetésében. 1992-96 között tagja volt az USA Nukleáris Felügyelő Bizottsága Nemzetközi Tanácsadó testületének, 1997-ben a New Yorki Tudományos Akadémia tagjának választotta.

A kötetben 80 kérdésen át követheti az Olvasó Fehérvári Attila életének alakulását. A kiadvány külön értéke, hogy az életpálya szakaszainál a szerző kitekint a hazai és nemzetközi környezet eseményeire.

Fehérvári Attila szakmai tevékenysége összekapcsolódott barátja, Rittinger János munkásságával. A könyv második részében kapott helyet néhai Rittinger János életének mozaikjait bemutató rész is. Az áttekintés Rittinger János által összeállított könyvrészletből, életrajzából, szakmai publikációiból, elismeréseiből és felesége visszaemlékezéseiből állít emléket e kiváló szakembernek.

A két szakember elévülhetetlen érdemeket szerzett az anyagtudományi és hegesztési szakmai életben, a nemzetközi és hazai szakmai egyesületek tevékenységében, mely eredményeket a nemzetközi tudományos élet is megbecsült.

„Fehérvári Attila Ifjan – Éretten – Öregén” kötetet bátran ajánlom pályatársainak, tanítványainak és az ifjú szakembereknek is.

Dr. Gáti József



## Szabó Andrea – Heinrich Rezső: Hegesztési Eljárások

Kedves tanulók, tanárok, szakemberek!

Ezt a hegesztésről szóló tankönyvet Önöknek, Nektek szántuk nagy szakmai szeretettel! Mi, mint szerzők negyven, és harminc éves hegesztési szakértői hazai- és nemzetközi tapasztalattal rendelkezünk. Hegesztési világkiállítások, olimpiák rendszeres látogatói, résztvevői vagyunk, folyamatosan figyeljük szakmánk újdonságait, a legjobb fejlesztéseket, technológiákat. Szinte az összes jelentős hegesztőáram-forrás-gyártónál személyesen jártunk Amerikától, Németországon, Dánián át Karcagig. Több mint 10 000, az EN ISO 9606 szabvány szerinti hegesztő minősítő vizsgáztatáson, az EN ISO

15614 szerinti technológiai vizsgán, és számtalan üzemalkalmassági tanúsításon (MSZ EN ISO 3834-2, EN ISO 1090) vettünk részt.

A könyvben meghivatkozunk a hegesztésben leggyakrabban használt EN ISO szabványokat, technológiákat és újdonságokat a gyakorlatból kiindulva az elméleti tudásig. Ezeket az ismereteket adjuk át színesen, többségében saját fotókkal illusztrálva. Nagy köszönet a magyar, és nemzetközi cégeknek, és hegesztő szakembereknek a segítségért!

Nem titkolt célunk a hegesztő szakma még jobb megismertetése, megszerettetése! A hegesztés „MŰ-

VÉSZET”. Jól képzett hegesztőkre, gépkezelőkre mindig szükség lesz, nagyon keresett szakma ez, jó kereseti lehetőséggel. A kiváló magyar termékek hegesztési mellett, a világ számos országában is öregbítik hírnevünket szakembereink. Csak néhány példa, olyan termékekre, szerkezetekre, amelyeket magyar hegesztők, hegesztőmérnökök bevonásával gyártottak:

- Bayern München Allianz Aréna
- Ferrari hegesztett alumínium szerkezetek
- Claas kombájnok, mezőgazdasági gépek
- csővezetékek Kuvaitól Németországig
- svájci gyógyszergyárak tartályai
- vietnámi papírgyár felépítése
- amerikai hullámvasutak stb.

A hagyományos hegesztési technológiák mellett ízelítőt adunk a „modern világból”: automata- és robot-hegesztésből, nálunk alig- vagy egyáltalán nem ismert volframelektrodákból, áramforrások kiválasztási lehetőségeiből, új eljárásokból stb. Ezekkel bővebben a könyv folytatásában foglalkozunk.

Úgy írtuk ezt a könyvet, hogy szakkönyvként használható legyen minden érdeklődő számára. Sikeres és eredményes tanulást, majd szép szakmai sikereket kívánunk minden olvasónak!

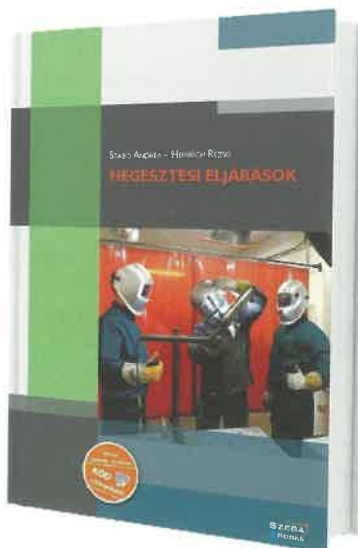
**5000 példányban már elfogyott, 2021 hegesztési sikerkönyve  
Az Innovációs és Technológiai Minisztérium tankönyvvé nyilvánította**

**Legújabb európai szabványokkal**

**Tanári verzió is elérhető**

**Tableten és telefonon is olvasható**

**Megvásárolható a HEG-MEN Bt. honlapján (heg-men.hu)**



**Tisztelt Ügyfelünk!**  
**Kedves Olvasónk!**

Szakfolyóiratunk a hirdetni kívánók igénye kielégítése céljából továbbra is az eddigi, színskála alapján történő választási lehetőséget szeretné biztosítani.

**Az újság vágott mérete: 215x290 mm.**

A hirdetések mérete		
A4	kifutó	215+10 mm x 290+10 mm
	nem kifutó	190 mm x 250 mm
A5	fekvő	190 mm x 125 mm
	álló	125 mm x 250 mm
A6	fekvő	125 mm x 100 mm
		190 mm x 70 mm
	álló	60 mm x 250 mm

A 2021-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak eFt-ban	Méret		
	A4	A5	A6
Címlap fotó (218 mm x 168 mm)	135	-	-
Hátsó külső borítón	125	-	-
Első belső borítón	120	-	-
Hátsó belső borítón	115	-	-
Belíven	110	95	85
PR-hírek és információ	30	20	-

Hirdetés az MHTe honlapján (www.mhte.hu): 15 eFt

Az MHTe tagvállalatai 10% kedvezményre jogosultak.

Az a tagvállalat, amely egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, az 15% kedvezményre jogosult.

Az a hirdető, aki nem tagja az MHTe-nek, de egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, 7,5% kedvezményre jogosult. A kedvezmények érvényesítése az év végi számlában történik meg.

#### Hegesztéstechnika 2021. évi kiadói terve

	1. szám	2. szám	3. szám	4. szám
Lapzárta	02.25.	05.26.	08.26.	11.11.
Szerk. ülés	03.04.	06.02.	09.02.	11.18.
<b>NYOMDÁBA ADÁS</b>	03.18.	06.16.	09.16.	12.02.
Megjelenés	04.01.	06.30.	09.30.	12.16.

#### MHTe által szervezett rendezvények 2021-ben:

2021.05.26. - Vasúti járműtechnikai on-line konferencia  
2021.09.09. - Hegesztési felelősök on-line országos tanácskozása

Dr. Gremesberger Géza  
főszerkesztő

**Felelős kiadó:** GAYER BÉLA, az MHTe igazgatója

**Főszerkesztő:** Dr. Gremesberger Géza, Telefon: 06 20-983-77-99

**Hirdetés szervező:** BALOGH BÉLA

Telefon: 06 30 318 6165; info.hungaroprint@gmail.com

**Szerkesztőség:** Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés, 1149 Budapest, Mogyoródi út 32.

Tel: 06 1 769 0056, Fax: 06 1 769 2027 E-mail: mhte@mhte.hu

**Felelős vezető:**

Balogh Béla

**Fedélterv, szedés, tördelés és nyomtatás:**

az APPY GAMES Bt.-nél készült,

3534 Miskolc, Stadion u. 63.

Telefon: 06 70 318 6165

A folyóirat évente négyszer jelenik meg.

1 példány ára 2021. évben: 600,- Ft + 5% ÁFA.

**Évi előfizetési díj:** 2400,- Ft + 5% ÁFA.

Előfizethető a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülésnél, az előfizetési díjak kiegyenlítésére, számla ellenében az alábbi lehetőségek választhatók:

1.) készpénzzel az MHTe pénztárában

2.) belföldi postautalvánnyal

3.) banki átutalással

**ISSN 1215-8372**

## Fizetett hirdetések

Böhler Kereskedelmi Kft. B II	Linde Gáz Mo. Zrt. B I
Centrotool Kft. B III	Messer Hungarogáz Kft. 54
Cooptim Ipari Kft. 29	OBO Bettermann Kft. 16
Corweld Plus Kft. 4, 6	PLTS Ipari Kft. 30, 31
Crown Int. Kft. 59	Pylon 94 53
ESAB Kft. 25	Qualiweld Kft. 70
Flexman Robotics Kft. 26	Rechnen Kft. 64
Froweld Kft. 44	Rehm Kft. B IV
Géper Kft. 42	Soyer Kft. 34
HEG-MEN Bt. 17	Umundum Kft. 43
Hidra Kft. 60	Welding Hungary Kft. 2
Lincoln Electric Kft. 38	Weldotherm Kft. 67

2021. január 1-től a „Hegesztéstechnika” folyóirat kivitelezését, szedését, tördelését, nyomását az APPY GAMES Kft. végzi.

Székhely: 3534 Miskolc, Stadion u. 63.

Projekt menedzser: Balogh Béla

Telefon: 06 70 318 6165

Kérjük azon hirdetőinket, akik kész hirdetést adnak le, TIF-ben vagy PDF-ben készítsék el, CMYK színbontással.

A képek legyenek legalább 300 dpi felbontásúak. JPG formátumú (RGB) képet kérünk mellé ellenőrzéshez.

Szerzőink figyelmébe!

Kérjük Önöket hogy a fényképeket ne word dokumentumba ágyazva küldjék el, hanem külön állományként:

JPG, TIF, PNG, PDF formátumban. Emailben csatolmányként a szöveggel együtt, vagy adathordozón.

Fontos, hogy a képek legyenek kellően részletgazdagok (nagy felbontásúak).

**1084 Budapest, Auróra utca 11.**

**Telefon: 303-4738; Fax: 303-4744**

**observer.hu**