

Együtt jó dolgokat fogunk megvalósítani

Szívesen tartunk helyszíni bemutatót és próbahegesztéseket végzünk Önökkel együtt.

Segítünk a kobotos hegesztésre alkalmas termékek kiválasztásában.

Kipróbálás céljából vállaljuk termékek hegesztőprogramjának elkészítését és kísérleti gyártását.

Alaposabb tesztelés céljából bérbe adjuk.

Vásárlás esetén részletfizetést biztosítunk.

A sikeres alkalmazáshoz folyamatos támogatást nyújtunk.

REHM az Ön
partnere a
hegesztésben

ENGEDJE SZABADON A FANTÁZIÁJÁT!

Korszerűsítse, gyorsítsa,
tegye jobbá és gazdaságosabbá a hegesztést.

BENNÜNK PARTNERRE TALÁL A TÖREKVÉSEIHEZ



Videó a kobotos hegesztésről:



REHM Hegesztéstechnika Kft.

◆ 2766 Tápászele, Jászberényi út 4.

◆ Tel.: +36 (53) 380 078

◆ E-mail: rehm@rehm.hu

◆ Web: www.rehm.hu



HEGESZTÉS TECHNIKA

XXXI. ÉVFOLYAM
2020. 4. SZÁM



A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA



IDEJE GÁZT ADNI!

ADDLINE GÁZOK ADDITÍV TECHNOLOGIÁKHOZ

www.messer.hu

MESSER
Gases for Life



Lasting Connections

ECOSpark®.
BECAUSE BÖHLER
WELDING CARES.



Egyesítve a két világot, gazdaság és környezetvédelem, legjobb tulajdonságait, az ECOSpark® termékcsaládot a kézi és automatizált hegesztés, kímogató hatékonyágra és egy élhető világra terveztük. A minden körülmények között stabil lyból, a tökéletes előtolhatóságból, a széles paramétertartományból, és a kevesebb utómunka miatti alacsonyabb energiafogyasztásból adódnak össze előnyei.

Ez az, ahogyan mi tördünk a környezettel.



Olvassa be
további
információért

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.



WWW.CENTROTOOL.HU

TARTALOM

7

Hírek News Nachrichten

101 évesen elhunyt PATON akadémikus
Beszámoló a nemzetközi képzésekkel foglalkozó IAB bizottságok júliusi üléséről
Kollár Dénes doktori védése hegesztés témakörében
A képzés hatékonyabb változata – BET – EU-projekt
Külső auditokról az MHTÉ-ben
Az MHTÉ társ- és más intézmények folyóiratainak témái
Célegyenésben a XXX. Hegesztési Konferencia szervezése
WELDONE Newsletter 2 beszámoló
Beszámoló az Ellenállás-hegesztés 2020 szimpóziumról
Együttműködési megállapodást kötött
a Dunaújvárosi Egyetem és a Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgáló Egyesülés
II. hegesztési webinárium beszámoló
Az EuroMEC projektről
MHTÉ Akadémia – tervezett tanfolyamok 2020-ban
Bemutatkozik a Hegesztő és Anyagvizsgáló Szakma
Támogatásáért Alapítvány

Tagvállalati Hírek-Riport

MHTÉ-RIPORT a MESSER cégnél Halász Gábor úrral

2

Kutatás-Fejlesztés Research and Development Forschung und Entwicklung

ALFÖLDI DÁVID

Huzalelektrodás védőgázos ívhegesztő ipari robotok alkalmazása
a hegesztett acélszerkezetek gyártásában off-line grafikus programozással
Using industrial gas-shielded wire electrode arcwelding robots
in production of steel-structures
if applying off-line graphic software/programs
Anwendung Lichtbogen Schweißroboter mit Schutzgas Drahtelektrode
im Stahlbau wenn off-line Programmierung angewendet

GÉMES FERENC, BODOR JÁNOS

Hegesztéstechnológiai eljárásvizsgálatok követelményei az EN ISO 15614-1
és kapcsolódó gyártási szabványok együttes alkalmazása esetén
Requirement of welding technological process investigation
if applying EN ISO 15614-1 and some other production standards
using in same procedure
Forderung von Schweißtechnologische Verfahrensprüfung,
wenn EN ISO 3834 und andere Normen gleichzeitig angewendet werden.

HALÁSZ GÁBOR

Hol tart ma a lézersugaras vágás?
On which stage is the laser beam cutting today?
Wo heute die Laserstrahlschneiden steht?

SZABÓ JÓZSEF

A hegesztés minőségirányítási követelményeire vonatkozó
ISO 3834 korszerűsítése
Up-dating ISO 3834 welding quality-management requirements
Modernisierung von QM-Forderungen im ISO 3834 für Schweißtechnik

3

Tudományos publikációk Scientific publications Wissenschaftliche Veröffentlichungen

HORVÁTH CSONGOR MÁRK

Többrétegű varratok modell alapú TIG-hegesztése
Welding of multilayer welds based on model if using TIG
TIG - Mehrlagenschweißung Anwendung von Model-Basis

KOLLÁR DÉNES

Hegesztésszimuláció alkalmazása
acélszerkezetek gyártásában és tervezésében
Application of welding simulation
in design and production of steel-structures
Anwendung von Schweißsimulation
in Entwurf und Fertigung von Stahlkonstruktionen

4

Könyvismertetés

Műanyaghegesztők aranykönyve
Hegesztési zsebkönyv
Gépipari anyagismeret



Címlapon: Ideje gázt adni!
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



MINDEN KEDVES MEGLÉVŐ ÉS JÖVŐBENI

PARTNERÜNKNEK ÉS CSALÁDJÁNAK KÍVÁNUNK

BÉKÉS KARÁCSONYT

ÉS KÖZÖS SIKEREKET HOZÓ

BOLDOG ÚJ ÉVET !

101 évesen elhunyt PATON akadémikus

2020. augusztus 19-én elhunyt Borisz Jevgenyevics Paton (Борис Евгеньевич Патон) ukrán mérnök, tudós és politikus, a Kijevi Paton Hegesztési Intézet vezetője.

Születése napján (1918. november 14-én) alapították meg az ukrán Tudományos Akadémiát, melynek csaknem 60 éven át (1962-től 2020-ig) elnöke volt.

Édesapja, a Jevgenyij Oskarovich Paton, világhírű hegesztő szakember és hídépítőmérnök – az ívhegesztés feltaláló-fejlesztő tudósa volt. 1934-ben alapította meg a kijevi Hegesztési Intézetet (Институт электросварки имени Е. О. Патона / Paton Institute of Electric Welding), melyet az alapítástól egészen haláláig vezetett, igazgatott.

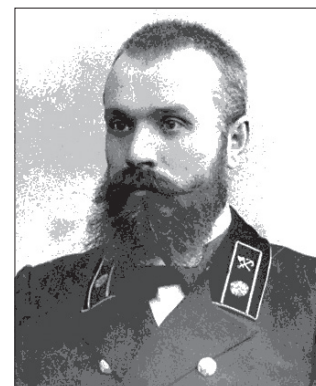
Fia, Borisz 1941-ben villamosmérnöki végzettséget szerzett. 1941–1942-ben Gorkijban (Nyiznyij Novgorod), az akkor mozdonyokat, harckocsikat és tengeralattjárókat készítő hadi gépgyár elektrotechnikai laboratóriumában dolgozott mérnökként. Ezt követően a Hegesztési Intézetben kezdett tevékenykedni, egyre fontosabb kutatásokat irányított, s nem volt kétséges, hogy apja halálát követően, 1953-tól ő veszi át az apja nevét viselő intézet irányítását. Az elektromos hegesztéssel foglalkozó kutatóintézet igazgatója lett és maradt élete végéig. Az elektronsugaras hegesztés, a plazmahegesztés és lézeres hegesztés területén kiemelkedő eredményeket ért el. Nevéhez fűződik az első világűrben használt hegesztőberendezés megalkotása. Később érdeklődése az élő, biológiai szövetek hegesztésének problémakörére is kiterjedt.

Hosszú szakmai pályafutása alatt több ezer tudományos művet, folyóirati publikációt készített. Számtalan kitüntetés, rendjel birtokosa, nemzetközi intézmények, külföldi egyetemek díszdoktora, akadémiai tagja lett.

Halálával a hegesztési szakma ikonikus alakját veszítette el.



Borisz Paton



Az apa: Jevgenyij Oskarovich Paton (1870-1953)



Kijevi Paton Hegesztési Intézet (2010)



Borisz Paton mellszobra a Kijevi Műszaki Múzeum előtt (1982)

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 9712 szerint (azaz a közeli látás élessége tegye lehetővé legalább 30 cm távolságról a Jaeger 1. betűméretű szöveg olvasását, valamint színlátása legyen elegendő ahhoz, hogy különbséget tudjon tenni a munkáltató által előírtak szerinti roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárások során használatos színek kontraszt-hatásai között). Ez a feltétel hazai viszonylatban a szemészeti szakrendeléseken, foglalkozás-egészségügyi rendelőkhöz ismert dr. Csapody István: Látáspróbák című könyvének IV. fokozat, valamint dr. Shinobu Ishihara: Test for colourblindness – gépkocsivezetői orvosi alkalmassági vizsgálatnál is használatos – könyvekben leírtak teljesítésével lehetséges,

★

régi tanúsítvány megküldése.

★

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

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 2020. július 20-21. között, ezúttal a COVID19 miatt, on-line formában került sor. Az oktatással, képzéssel és képesítésekkel foglalkozó „A bizottság” ülésének napirendi pontjai közül elsősorban az egyes munkacsoportok beszámolóit, valamint a harmonizált vizsgakérdésekre vonatkozó statisztikai adatokat célszerű kiemelni. A munkacsoportokkal kapcsolatban fontosnak tartom megjegyezni, hogy az előzőekben felsorolt bizottságokban egyelőre nem vesznek részt magyar hegesztési szakemberek. Aki Magyarországról affinitást érez egy-egy munkacsoport munkájába bekapcsolódni, az MHE-n keresztül lehetősége nyílik a részvételre.

WGA#2a/2b Meglévő nemzetközi hegesztőmérnök/technológus/specialista/hegesztő képzések

A munkacsoport az IAB252 tanterv újbóli átdolgozását tervezi a jövőben elsősorban a bemeneti feltételekkel és az alternatív utakkal foglalkozó fejezet részeket illetően, valamint az ún. áthidaló modul tartalmával kapcsolatban.

WGA#3a Nemzetközi hegesztő tanterv

A bizottság az IAB089 dokumentum harmadik részének módosításával foglalkozott, amelyet véleményezésre kiküldenek a tagok számára. A jövőben az IIW diplomák jobb piaci értékének növelésével terveznek kiemelten foglalkozni.

WGA#3b Nemzetközi hegesztési gyártásfelügyelői személyzetre vonatkozó tanterv

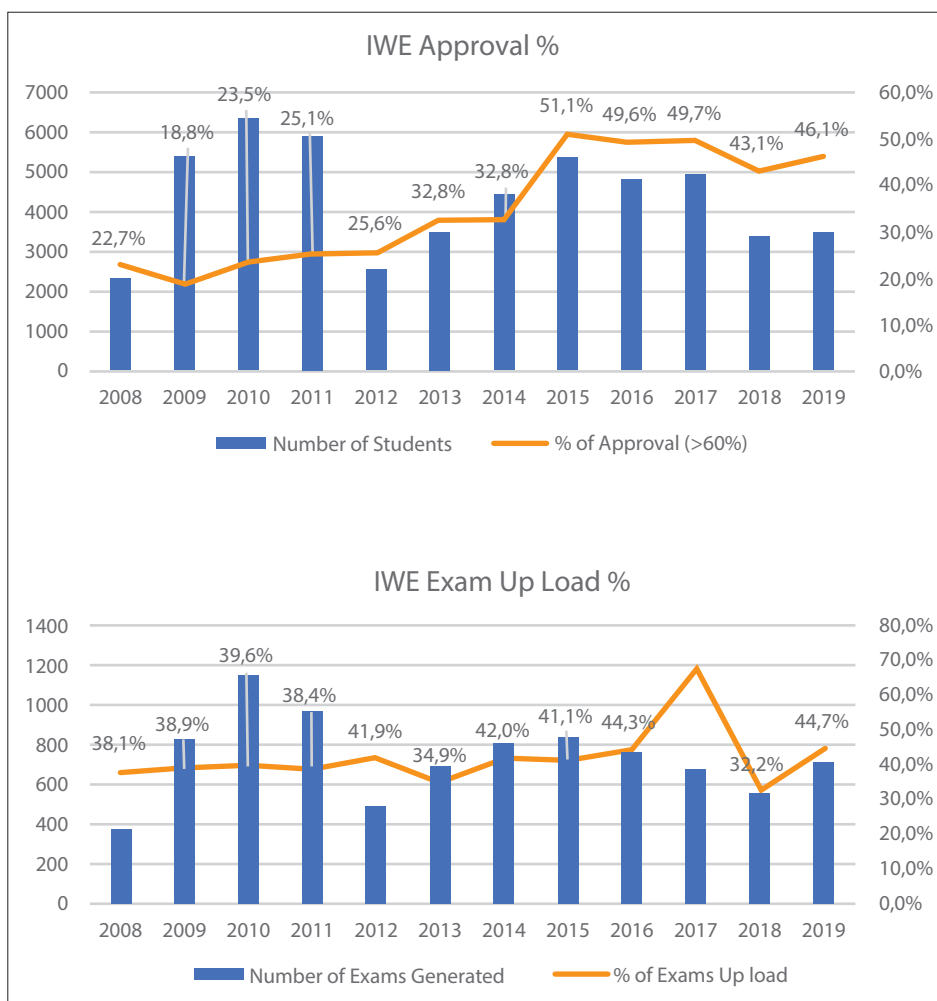
Fontos kiemelni, hogy a tantervre vonatkozó módosított IAB-041 dokumentum elfogadásra került. A bizottság tagjai megvizsgálták annak lehetőségét, hogy az IWE, IWT, IWS végzettséggel rendelkező szakemberek a képzés mely részének teljesítése alól nyerhetnek felmentést. Az alap és a sztetend szintű hegesztési gyártásfelügyelői képzés alól felmentést kaphatnak a legalább IWT végzettséggel rendelkezők, ugyanakkor bármelyik szintet is szeretnék teljesíteni, elméleti és gyakorlati vizsgakötelezettségük van. Ennél a napirendi pontnál Luca Costa tájékoztatást adott a résztvevőknek a minősítéshez szükséges műanyag mintadarabok költségéről, amelyek kapcsán szerződést kötöttek egy beszállítóval, valamint tájékoztatást adott a gyakorlati és elméleti vizsgák tervezett megújításáról. Ilyen mintadarabok költségtérítés ellenében az ANB-ék részére elérhetők.

WGA#4a Vállalati és személyzeti tanúsítási rendszerek

A munkacsoport elkészítette az IAB-360r0 „IIW Scheme for Certification of Welding Inspection Personnel - Guidelines for the Imple-

Tanterv	IAB-252r3-16	IAB-252r4-18 IAB-252r5-19
Generált vizsgák száma	513	192
Letöltött vizsgák száma	381	116
Feltöltött vizsgák száma	268	47
Hallgatók száma	3140	349
A vizsgát sikeresen teljesítő hallgatók száma és százalékos aránya	1477 – 47%	132 – 37,8%
A vizsgát sikertelenül teljesítő hallgatók száma és százalékos aránya	1663 – 53%	217 – 62,2%

1. táblázat. A harmonizált vizsgakérdéseket tartalmazó adatbázis statisztikai adatai az IWE/EWE képzés tekintetében a 2019-es évre



mentation of IIW Scheme for Certification of Welding Inspection Personnel” című dokumentumot, amely elfogadásra került a résztvevők részéről.

WGA#6a Vegyes tanulási módszerek

A vegyes, órai jelenlétet és e-learning módszereket (blended learning) alkalmazó oktatásra vonatkozóan a munkacsoport egy aktualizált dokumentumot (IAB-195r4-20) készített elő, amelyet elfogadtak a résztvevők. A dokumentum rögzíti, hogy csak az elméleti oktatás valósulhat meg vegyes oktatás keretében,

a gyakorlati órákat fizikai jelenlét formájában kell megszervezni. Az elméleti képzés esetében is az órák legalább 20%-át tantermi oktatás keretében szükséges lebonyolítani. Az útmutató az oktatási módszerek mellett a hallgatók előrehaladásának nyomonkövetési lehetőségeit (pl. kérdések, projekt munka, esszék stb.) is bemutatja.

WGA#7a Nemzetközi hegesztett szerkezet-tervező mérnök

A képzéssel foglalkozó munkacsoport tagjai az óraszám csökkentésének, az e-learning

elemeket tartalmazó oktatásnak a lehetőségét elemezték, és további, a gyakorlati tervezéssel kapcsolatos modul fejlesztésére fogalmaztak meg javaslatokat. A munkacsoport elnöke beszámolójában a képzés tantervének törlését is felveti, tekintettel arra, hogy csekély az érdeklődés rá, és a munkacsoportban sem kellően aktívak a tagok a tanterv megújítására. Végül az a döntés született, hogy a bizottság új elnöke lépéseket tesz annak érdekében, hogy egy működőképes munkacsoport álljon össze.

WGA#8a Alternatív utak

A nemzetközi képzések rendre tartalmaznak lehetőséget az előzetes ismeretek, tanulmányok és munkatapasztalatok elismerésére, ezáltal egy adott képzésre jelentkezők a modulrészek, vagy teljes modulok alól is felmentést kaphatnak. A bizottság tagjai az IAB252 dokumentum szerinti képzésekben résztvevők esetében az alábbi javaslatot fogalmazta meg az előzetes tanulmányok elismerésére. A pályázó benyújtja a jelentkezési dokumentumot az ANB felé, amely dokumentum átnézését követően dönt arról, hogy szakmai interjúra fogadja-e a jelentkezőt, vagy pedig további képzésre, munkatapasztalatra van szükség. Az interjú egy eset-tanulmányt tartalmazó előírt foratókönyv

szerint zajlik, amelynek mintáját az IAB állítja össze. Az interjú sikeres teljesítését követően léphet be a jelölt a vizsgáztatási folyamatba. A munkacsoport résztvevői egyetértettek abban, hogy a jelentkezőnek minden modulból teljesítenie kell a 60%-ot a szóbeli vizsga előtt.

WGA#9a Gépesített, orbitális és robotizált hegesztés

A bizottság vezetője tájékoztatást adott a finnországi, a holland és a belgiumi pilot kurzusokat követően megszervezésre került harmonizált és gyakorlati vizsgák tapasztalatairól, a résztvevők visszajelzéseinek felhasználásával. A pilot kurzusok során szerzett tapasztalatok alapján az IAB-348r1-17 tanterv módosítását tervezik, valamint szeretnék kidolgozni a képzés vegyes, e-learning tartalommal ellátott változatát.

WGA#11a Harmonizált vizsgáztatás

A munkacsoport javaslatot tett arra, hogy minden ANB 2020. december 31. határidővel új vizsgakérdéseket dolgozzon ki az IAB252 és az IAB-041 szerint zajló képzésekhez. Azon országok, akik határidőre nem készítik el az előírt kérdéseket, 1000 EUR büntetésben részesülnek. A magyar ANB esetében ez 34 kérdés kidolgozását jelenti. A kérdések kapcsán érdemes megemlíteni, hogy az IAB252 tan-

terv szerinti 1., 2. és 3. moduljába is várnak 1-1 szakértőt, aki be tud kapcsolódni a vizsgakérdések felülvizsgálatával és megújításával foglalkozó munkafolyamatba. Jelenleg a gyártás és a minőségbiztosítás területét érintő 4. modullal foglalkozó bizottság munkájában Dr. Gremesberger Géza vesz részt Magyarországról szakértőként.

A munkacsoportok beszámolóit mellett sor került a harmonizált kérdéseket tartalmazó szoftver adatbázisának használatával vonatkozó tájékoztatóra. Az adatbázis alkalmazásával kapcsolatos statisztikai adatokat az IWE/EWE képzésre vonatkozóan az 1. táblázat tartalmazza. A többi képzésre (IWT, IWS, IWP) vonatkozóan az adatok az ANB-en keresztül elérhetők.

A harmonizált vizsgák alkalmazásának és eredményességének tendenciái az IWE/EWE képzés tekintetében az 1. ábrán látható.

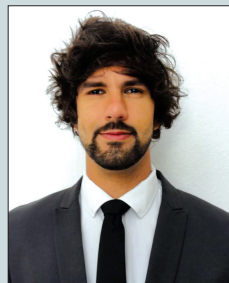
Az ülés végén az „A bizottság” elnöki pozíciójáról leköszönő holland származású Henk Bodt helyére megválasztották az MHTE-vel jó kapcsolatot ápoló, Horia Dascu-t a 2020-2023 közötti időszakra, aki az elmúlt években több közös projektben vett részt magyar kollégákkal.

Dr. Gáspár Marcell
egyetemi docens, az MHTE IAB delegáltja

Gratulálunk!

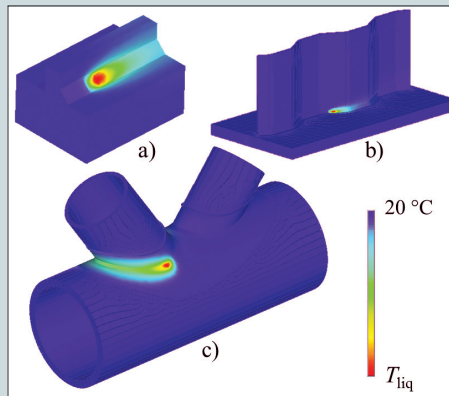
Kollár Dénes doktori védése hegesztés témakörében

Kollár Dénes 1990-ben született Szegeden. Alapfokú tanulmányait a PTE Deák Ferenc Gyakorló Általános Iskola és Gimnáziumban végezte, majd szintén Pécsen, a Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziumában érettségizett 2009-ben. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán Hid és műtárgy szakirányon BSc ok-



Kollár Dénes
Budapesti Műszaki
és Gazdaságtudományi Egyetem

levelet szerzett 2013-ban. „Hegesztési eljárás modellezése numerikus módszerrel” című dolgozatával az Intézményi Tudományos Diákköri Konferencián 2014-ben I. helyezést, az Országos Tudományos Diákköri Konferencián III. helyezést ért el. A hegesztésszimulációra fókuszáló kutatási témát diplomamunkájában folytatván 2015-ben mesterfokozatot és okleveles szerkezet-építőmérnök szakképzettséget szerzett kiváló minősítéssel. 2015 és 2018 között a BME Építőmérnöki Kar Doktori Iskolájának hallgatója, témavezetője Dr. Kövesdi Balázs egyetemi docens volt. Kutatási területe: hegesztésszimuláció alkalmazása acélszerkezetek gyártásában és tervezésében. 2017-ben beiratkozott a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék három szemeszteres hegesztőtechnológus szakmérnöki képzésére,



Hőmérsékleti mezők a kidolgozott automatikus varratkövető algoritmus alkalmazása során a) 1D, b) 2D és c) 3D hegesztési trajektória esetén

majd 2019 januárjában európai és nemzetközi hegesztőmérnöki diplomát szerzett. 2018 szeptemberétől a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék alkalmazottja volt tudományos segédmunkatársi státuszban.

Kollár Dénes „Welding Simulation in Advanced Manufacturing and Design of Steel Structures” című doktori értekezését 2020. szeptember 2-án védte meg. Kidolgozott egy végelelemes keretrendszer ívhegesztési folyamatok szimulálására, a hegesztés során kialakuló hőmérsékleti, feszültség és alakváltozás mezők meghatározására. Ezzel összefüggésben egy

varratkövető algoritmust is kifejlesztett, mellyel a hőforrást reprezentáló lokális koordináta-rendszer akár tetszőleges háromdimenziós hegesztési trajektórián is automatikusan végigfuttatható. A virtuális gyártást összekapcsolta további virtuális kísérletekkel, így a gyártásból adódó imperfecciókkal terhelt szerkezeteken a teherbírásvizsgálatok közvetlenül elvégezhetők és a gyártástechnológiai sajátosságok figyelembe vehetők. Szorosan kapcsolódik a virtuális gyártáshoz egy hegesztési folyamatmodell kifejlesztése, melyet mérési eredmények alapján validált huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztési eljárásvaltozatokhoz. A virtuális gyártás és nyírási horpadási ellenállás meghatározására fókuszáló virtuális kísérletek elvégzése, illetve összekapcsolása kiterjedt az építőmérnöki gyakorlatban egyre szélesebb körben alkalmazott trapézlemez gerincű tartók vizsgálatára. A kifejlesztett végelelemes modell nyúlásmérések alapján validálta, és meghatározta a maradó feszültségek eloszlását. Megállapította, hogy a hegesztésből adódó sajátfeszültségeket – és a torzulásokat – jelentősen befolyásolja a gerinc geometriájából adódó hegesztési trajektória és a tartótípusra jellemző ún. 'harmonikahatás'.

Dénes adjunktusként folytatja kutatói és oktatói munkáját a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéken. A jövőben oktatással, szakértői feladatok elvégzésével, valamint virtuális gyártás és virtuális kísérletek további gyakorlati alkalmazásaival – ezen belül többek között sztochasztikus alapú sajátfeszültség modellek és stabilitási görbék kidolgozásával – kíván foglalkozni.

Better Effect of Training – BET – EU - project

A képzés hatékonyabb változata – BET – EU-projekt

PROJEKT JELLEMZŐK

- hivatalos projektkezelő:
 - Erasmus+Nemzeti Ügynökség – SE01 Swedish Council for Higher Education,
- tevékenység jellemző:
 - innováció,
- projekt futamidő:
 - 36 hónap (2020.09.01.- 2023.08.31.),
- hivatalos nyelv:
 - angol,
- résztvevők:
 - Hogskolan vast (hv) - /university west/ - Sweden
 - Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés - Hungary
 - Institut za varilstvo d.o.o. - Slovenia
 - Slovensko drustvo za varilno tehniko - Slovenia
 - Quality management software - Norway
 - Easy learning solutions – Norway

HÁTTÉR

Európában egyre nagyobb mértékben változik és növekszik az ipari tevékenység. Az ezzel kapcsolatos célkitűzések pedig megkövetelik a rugalmas és mobil munkaerő alkalmazását, amelynek olyan gyakorlati és szellemi alapis-

meretei vannak, hogy alkalmassá teszik az új gyártási és szerelési, összeállítási módszerek és eljárások/technológiák bevezetését, használatát, amelyeket a vezető nemzetközi, nagy iparvállalatok és beszállító cégek dolgoztak ki.

A gyártásnak ezt a növekedését a hatékonyság fokozásával kell elérni, miközben betartják az egészségre, biztonságra és környezetre vonatkozó előírásokat, ide értve a környezeti hatásokat és az új ICT készségeket is.

Ez pedig szükségessé teszi a munkaerő képességének fejlesztését, és a szakmai minősítés magasabb szintű besorolásának elérését úgy, hogy az innovatívabb, továbbá a rendelkezésre álló munka-alapú oktatási rendszerekkel teljes mértékben motiválják és támogatják az alkalmazottak fejlődését és nemzeti szinten pedig elismert olyan minősítés megszerzését, amit az ipar is elfogad.

CÉLKITŰZÉSEK

A végső cél új, csoportos munka-alapú tanulási rendszer kifejlesztése a szakmai képzési rendszer (vocational, educational, training Scholl – VET) gyártási tevékenységeinek keretében, amely javítja az inspektori tevékenységet végzők esetében is az elmélet el-sajátítását, és ugyanakkor alapos gyakorla-

ti készséget is ad, de kihívást is a tanulási és írásbeli/fogalmazási képességihiányok kezeléséhez vagy, azokhoz, amelyek az iskola elhagyás befolyásoló lehetnek.

Ez lehetővé teszi, hogy az egyének informális kompetenciáit és készségeit a nemzeti képzési és minősítési rendszerben elismerjék és elfogadják, valamint támaszkodjanak az egyéni és a csoportos tanulással támogatott folyamatokra.

ELVÁRT EREDMÉNYEK

A BET támogatja és fejleszti a gyártási VET rendszert különösen a gyártásban foglalkoztatott dolgozók esetében.

A cégen belüli új csapatrendszer ezt a területet célozza meg, ezzel felkínálva a rendszer alapú megoldást, amely jellemzője az állandó (standard) és a harmonizált módszer, amelyeket támogatnak az elméleti képzési fázisok és különösen is a cégeknél szervezett munka-alapú képzés, amely még jelenlévő földrajzi távolságra levő területeken is működhet.

BET – projekt anyagából összeállította:
Dr. Gremesberger Géza

Külső auditokról az MHtE-ben

1. ANB/MHtE az EWF/IIW által

Az ANB „Meghatalmazott Megnevezett Testület” melyet az MHtE működtet külső ún. közbenső auditja 2020. szeptember 21–23 között volt, mely Italo Jose Fernandes vezető auditor hajtott végre. Ennek az ellenőrzésnek a célja az volt, hogy az öt éves felhatalmazási időtartam közepén megvizsgálja az Európai és a Nemzetközi Szövetség, hogyan tartja be a magyar szervezet a különféle diplomák kiadási feltételeit, azaz az oktatási és vizsgáztatási feltételek teljesítését.

A két és fél napos kérdez felelek, bizonyítok 2,5 napon tartott online távaudit formájában. Az MHtE munkatársak éjt nappallá téve teljesítették az auditor minden kérését elvárásait.

Több mint 700 Mbyte anyagot küldtek meg még a szóbeli audit előtt melyből az auditor szűrőpróbaszeren választott ki személyeket, eseményeket, helyszíneket a részletes ellenőrzés céljából.

Az audit végén összefoglalót készített a vezető auditor. több észrevétellel és nemmegfelelések megállapításaival. Az MHtE rendszerigazgatója vállalta hogy 2020. november végéig helyesbíti az eltéréseket, ekkor az MHtE/ANB tovább folytathatja tevékenységét teljeskörű felhatalmazásaival. Kivéve a Nemzetközi Hegesztétszervezet-tervező képesítéseket. Ezt a diplomát az MHtE csak előzetes felhatalmazás mellett adhatja ki két évig. Ha ezalatt nem történik tanfolyami szervezés és diploma kiadás, visszavonásra kerül a felhatalmazása az EWF/IIW-nek / Gayer Béla rendszerigazgató)

2. ANBCC/MHtE az EWF/IIW által

Az ANBCC audit szeptember 23-25. között zajlott, az ANB auditdal megegyezően, távaudit formájában. Az MHtE által üzemeltetett ANBCC vállalatnászító szervezetet is Italo Fernandes vizsgálta az audit során. A 2020-as ANBCC audit felügyeleti audit kategóriába sorolódott, az MHtE 2018. óta végzett az ISO 3834 szabvány szerinti vállalat tanúsító tevékenységét vizsgálta. Az értékelésre az auditor előzetesen bekérte az MHtE irányítási szabályozó dokumentumait, valamint a személyi változásokhoz kapcsolódó kompetenciákat bizonyító iratokat. Az online audit kezdetén az auditor ismertette az előzetesen megküldött dokumentumokkal kapcsolatos észrevételeit. Az audit során a véletlenszerűen kiválasztott 4db az MHtE által végzett audit komplett dokumentációját vizsgálták meg. A vizsgálat során a teljes jelentkezési folyamatot az audit lezárásáig ellenőrizték a teljes folyamatot. Az ellenőrzés célja volt, hogy az MHtE igazolja a saját és az EWF, valamint az ISO szabvány dokumentumok által támasztott követelményeknek való megfelelést. A megmértetést az MHtE jól vette, néhány apró észrevétel korrigálása könnyen megoldható, a rendszer stabil. (BakosLevente rendszerigazgató)

3. Az MHtE rendszer tanúsító egysége a NAH által

A Nemzeti Akkreditáló Hatóság a 2015. évi CXIV. törvény 8. § (1) bekezdése, 14. § (1) bekezdése, illetve a 424/2015. (XII.23.) Kormányrendelet 1. § és 3. § (1) bekezdésében foglalt jogállá-

sa alapján a NAH-6-0060/2019 nyilvántartási számú Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés (a továbbiakban: MHtE) Gyártók hegesztési folyamatának tanúsítását végző operatív szervezet felügyeleti vizsgálata 2020 októberében vált esedékessé.

Az MHtE akkreditált státuszához tartozó akkreditálási szabvány: MSZ EN ISO/IEC 17065:2013

Az akkreditálási kategória:

- terméktanúsító szervezet

Az akkreditált területek (a tanúsított termékek) megnevezése:

Hegesztőüzemi tanúsítás

- (MSZ EN ISO 3834-2, és -3:2006 szabványok szerint)

Hegesztéstechnológia minősítése

- (MSZ EN ISO 15614-1:2017 és az MSZ EN ISO 15614-2:2005 szabványok szerint)

A NAH értékelő csoportja 2020.10.27-én távértékeléssel hajtotta végre a szemlést.

Az audit során az MSZ EN ISO/IEC 17065:2013 szabvány szerint értékelésre került az irányítási rendszer működése és a rendszerdokumentáció. A szakértő csoport tagjai a konkrét tevékenységek megfigyelését és megtekintését vertikális értékeléssel és interjúval ellenőrizték.

A NAH értékelő csoport szakvéleménye az eljárás eredményéről – részjelentés felvétele nélkül – pozitív volt, és az akkreditált státusz fenntartását javasolták.

Bíró László
terméktanúsítási egység vezetője MHtE)

Nemzetközi Hegesztő Szakmérnök

szakképzettséget adó képzés indul



a MISKOLCI EGYETEMEN a Nemzetközi Hegesztő Szakirányú Továbbképzési Szak keretében

A Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kara 2021 februárjában indítja a következő évfolyamát a Nemzetközi Hegesztő Szakirányú Továbbképzési Szakán. A képzés 3 féléves, diplomaterv készítéssel és záróvizsgával végződik, amelyen a jelöltek – sikeres vizsga esetén – nemzetközi hegesztő szakmérnök oklevelet szerezhetnek.

A hegesztő szakmérnöki képzés tanterve és tananyaga az EWF (Európai Hegesztési Szövetség) által előírt követelményeket maradéktalanul kielégíti, ezért a résztvevők a

Nemzetközi Hegesztőmérnöki Diplomát (EWE/IWE) is megszerezhetik.

A képzés célja, hogy a hegesztés és rokon eljárásai területén megfelelő mélységű szakmai, tudományos és gyakorlati ismereteket adjon a következő témakörökben:

- anyagtudomány (anyagismeret és hegeszthetőség, anyagvizsgálat)
- hegesztő eljárások és berendezések,
- hegesztett szerkezetek tervezése,
- hegesztett szerkezetek gyártása és minőségbiztosítása.

A képzés önköltsége, a tandíj félévente várhatóan **350 eFt/fő (létszámfüggő)**, ami magába foglalja a képzés, a gyakorlati munka és a diplomaterv konzultálásának díját, valamint a digitális tananyagok átadását.

A záróvizsga és nemzetközi hegesztőmérnöki együttes vizsga díja várhatóan **200 eFt/fő**.

A képzésben résztvevők félévenként négy alkalommal 5-5 napot töltenek az egyetemen, az első időszak várhatóan 2021. február második fele.

A képzésre a bemeneti feltétel: gépészmérnöki (főiskolai, BSc, MSc szintű) vagy más, a gépészethez kapcsolódó műszaki területen szerzett diploma és két éves gyakorlat.

A képzésre jelentkezni lehet:

Miskolci Egyetem Mentorius Tudás- és Képzőközpont

Cím: 3515 Miskolc-Egyetemváros,

Tel.: 06-46/565-484,

Web: www.mentorius.hu

Email: mentorius@uni-miskolc.hu

és gasparm@uni-miskolc.hu

Jelentkezési határidő: 2020. december 20.

Az MHE társ- és más intézmények folyóiratainak témái

DER PRAKTIKER – 2020 július:

Maja Wagener:

- Bell baut eigene Schweißfertigung in Deutscher Niederlassung auf-
- Bei Planung und Umsetzung begleitet –p-326 – 328,

Martin Czysch:

- DIN EN ISO 12944:7 Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
- – Teil: 7 Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten –
- Zwischen den Zeilen lesen –p- 332 – 334,

Dr. Willfried Storch és szerzőtársa:

- Sicherung von Rissen in Altkomponenten von Kraftwerksturbinen durch Laserstrahlschweißen – Betriebsbereitschaft sichern-p-336 – 342,

Christof Gajda és szerzőtársa:

- Schweißbeugung von Stählen für den Stahlbau, Teil. 1: Kurze Geschichte der Stahlerzeugung – Ein Blick in die Geschichte – p- 343 – 352.

DER PRAKTIKER – 2020 augusztus:

- Interview: Jonas Kappel - Vernetzte Fertigung als Chance für kleine und mittlere Unternehmen –
- Vom Fortschritt profitieren –p – 378 – 380,

Xavier Jauregui és szerzőtársa:

- WIG-Orbitalschweißen auf Grundlage Effizienter Elektrodenauswahl und Vorbereitung,
- Qaitätt zählt sich aus - p – 381 – 383,

Jörg Mährlein

- Wie sich DIN SPEC 35236 und DIN EN ISO 14731 ergänzen
- Qualifizierung trifft Kompetenz – p – 384 – 387,

Jochen Schuster:

- Schweißbeugung von Stählen für Stahlbau, Teil.2: Unlegierte Baustähle und normative Entwicklung – 100 Jahre Fortschritt – p – 388 – 395,

Günter Aichele:

- Das Handwerkliche Können der Antiken Bronzezießer –
- Geschweißt oder gelötet – was geschah mit dem Jüngling von Salamis? – p – 396 – 398,

DER PRAKTIKER 2020 oktober:

Dr.- Ing. Markus Holthaus és szerzőtársai:

- Roboterbediener mit der Kompetenz zum Schweißen – Investition in eine Weiterbildung, die kein Regelwerk konkret fordert? – p – 490 – 493,

Andreas Hummelbrunner:

- Assistenzsysteme für das Roboterschweißen, Unterstützung in der automatisierten Serienfertigung – p – 494 – 496,

Stefan Meißner:

- Einsatz von Filtertürmen zur Schweißrauchabsaugung bei der Bearbeitung hochfester Stähle, Zentral und energieeffizient – p – 498 - 499,

Dr.- Ing. Dir Kampffmeyer:

- Schutzgase zum Laserstrahlschweißen und – Schneiden, Tipps für die richtige Auswahl – p – 500 – 503,

Jochen Schuster és szerzőtársai:

- Schweißbeugung von Stählen für den Stahlbau, Teil. 4: Bewertung der Schweißbeugung, Sichere und reproduzierbare Bewertung – p – 504 – 514,

Thomas Uppenbrink:

- Wie wird ein möglicher Subventionsbetrug in Rahmen der Corona-Soforthilfen nachträglich geprüft? Corona-Soforthilfe erschlichen? – p – 516 -517.

SUDURA – 2020-JUNE-YEAR XXX -2-2020:

Richard Molnar:

- what is the role of technical gases in additive Manufacturing? – p – 5 -9,

Marius Bodea:

- Aspects in flash butt welding pf springs steels – p – 10 – 13,

Ionel Danut Savu és szerzőtársa:

- Recovery and reuse of austenitic-ferric stainless-steel tanks from a river vessel – p – 14 – 18,

Dorin Dehelean és szerzőtársa:

- The European/International Welding Technologist – a possible welding coordinator in a welding manufacturing with specific level quality requirements – p – 19 – 21,

Viorel Miclosi:

- Strategy to set the overall conditions for welding – delayed inspection, as measures against hydrogen-assisted cracking –p – 23 – 27

Prof. Gheorge Solomon:

- Professor Viorel Miclosi, mentor and friend p – 28 - 29

VALK MAILING – 2020. Nr.1.

- Closed borders do not have to be a problem – p – 4 -5,
- Danish trainer starts a 4 –year training course for welding robot operator, - p – 6,
- Why choose Copper-Chrome-Zirco (CuCrZr) contact tips? - p – 7,
- Duotank welds beer tanks error free thanks to Arc-Eye seam tracking system – p – 8 – 9,
- Continuous investments the latest technology – p – 10 – 11,
- robot welds complete trailer frames for Hammar – p – 14 – 15,
- Tents for industrial use – Arno Regtvoort –p- 16 – 17,
- Jonckheere improves welding process – p – 18 – 19,
- P-MIX pushes boundaries in aluminium welding – p –20.

WELDPOINT – Singapore Welding Society – 2020. March (MCI (P) 083/01/2020

- President's Message – p – 2 – 6,
- IIW intermediate meeting in Genoa – 2020.01. 13- 17 p – 7,
- memorandum of understanding between Non-destructive Testing Society - Singapore and Singapore Welding Society –p-8 – 9,
- 70th anniversary celebration of Japan Welding Engineering Society – p – 10 – 12,
- Introducing new corporate members – p-17 – 18..

WELDPOINT – Singapore Welding Society – 2020. June (MCI (P) 083/01/2020:

- President's Message – p – 2 – 7,
- Yusof Aynuddin:

- WEBINAR – SWS moves to online technical talk – p -9 – 10,
- Pamg Hock Lye John:
- Fatigue crack growth analysis software For welded joints and structures – P – 11 – 15,
- New membership –corporate members, full members and associate members.

WELDING in the World, Volume 64, Issue 10 Research Paper

J. Draxler, P. Åkerström, J. Edberg, L.-E. Lindgren, S. Singh, T. Raza, J. Andersson

- A numerical model for simulating the effect of strain rate on eutectic band thickness

Sergey Kolokolnikov, Anatoly Dubov, Andrei Medvedev, Dmitry Boriskin

- Comprehensive inspection of refrigerated ammonia storage tank welded joints by the metal magnetic memory technique and conventional NDT methods

Andrea Wübbeke, Volker Schöppner, Bastian Geißler, Michael Schmidt, Arnaud Magnier, Tao Wu, Thomas Niendorf, Fabian Jakob, Hans-Peter Heim

- Investigation of residual stresses in polypropylene using hot plate welding

M. Leitner, M. Stoschka, Z. Barsoum, M. Farajian

- Validation of the fatigue strength assessment of HFMI-treated steel joints under variable amplitude loading

Jeong Yeol Park, Myung Hyun Kim

- Investigation of fatigue and fracture characteristics for low-temperature metals considering the effects of various alloying components pp 1691 - 1702

Changyi Yu, Mike Troughton, Amir Khamsehnezhad, Xiang Zhang

- Effect of insufficient homogenization during the extrusion of polyethylene pipes on butt fusion joint integrity

Lixin Zhu, Bingtao Sun, Zheng Li, Xiaoming Pan, Yifeng Chen, Yu Cao

- The weld quality improvement via laser cleaning pre-treatment for laser butt welding of the HS-LA steel plates

Andreas Deinböck, Ann-Christin Hesse, Michael Wächter, Jonas Hensel, Alfons Esderts, Klaus Dilger

- Increased accuracy of calculated fatigue resistance of welds through consideration of the statistical size effect within the notch stress concept

Yu-Chih Tzeng, Ren-Yu Chen

- Electron beam welding behavior of a 5083-H15 alloy containing Zr and Sc

WELDING in the World, Volume 64, Issue 11

A. Farzadi, R. Kalantarian

- Microstructural development and corrosion behavior of 13Cr-4Ni-1Mo martensitic stainless steel clad pp 1811 - 1823

Gustav Hultgren, Zuheir Barsoum

- Fatigue assessment in welded joints based on geometrical variations measured by laser scanning pp 1825 - 1831

Norio Yamamoto, Tomohiro Sugimoto, Kinya Ishibashi, Satoyuki Tanaka

- A study on the type-b hot spot stress pp 1833 - 1842

HÍREK

Sascha Vogtschmidt, Isabel Fiebig, Volker Schoepner

- Vibration welding of components with angled areas in the direction of vibration pp 1843 - 1853

Hector Ruiz, Naoki Osawa, Sherif Rashed

- Study on the stability of compressive residual stress induced by high-frequency mechanical impact under cyclic loadings with spike loads pp 1855 - 1865

Krzysztof L. Molski, Piotr Tarasiuk, Grzegorz Glinka

- Stress concentration at cruciform welded joints under axial and bending loading modes pp 1867 - 1876

Quanbin Lu, Weimin Long, Sujuan Zhong, Jian Qin, Yongtao Jiu, Huawei Sun

- TBM/graphite interface behavior in high-temperature brazing by Ti-based brazing filler materials pp 1877-1885

Anatoly Dubov, Alexander Dubov, Artem Marchenkov, Sergey Kolokolnikov

- Study of the structure and mechanical properties of engineering products made of austenitic-martensitic steel, using the metal magnetic memory technique pp 1887 - 1895

Y. Ogino, S. Fukumoto, S. Asai, T. Tsuyama

- Direct observation and numerical simulation of molten metal and molten slag behavior in electroslag welding process pp 1897 - 1904

R. Pramod, S. Mohan Kumar, B. Girinath, A. Rajesh Kannan, N. Pravin Kumar, N. Siva Shanmugam

- Fabrication, characterisation, and finite element analysis of cold metal transfer-based wire and arc additive-manufactured aluminium alloy 4043 cylinder

WELDING in the World, Volume 64, Issue 12, Research Paper

Sviatoslav Motrunich, Illia Klochkov, Anatoliy Pokladytsky

- High cycle fatigue behaviour of thin sheet joints of aluminium-lithium alloys under constant and variable amplitude loading

Mengjia Hu, Kejian Li, Shanlin Li, Zhipeng Cai, Jiluan Pan

- Numerical investigation on stress distribution and evolution in 9Cr/2.25Cr dissimilar welded rotor undergoing welding and heat treatment

Thomas Schaupp, Michael Rhode, Hamza Yahyaoui, Thomas Kannengieser

- Hydrogen-assisted cracking in GMA welding of high-strength structural steels using the modified spray arc process

K. Hashimoto, Y. Hirata, K. Kadota, Y. Ogino

- Three-dimensional numerical model of short-circuiting transfer in GMAW

Yuri C. Silva, Francisco J. V. Oliveira Júnior, Jorge F. Santos, Francisco Marcondes, Cleiton Silva

- Numerical investigation of the influence of FSW parameters on the heat and mass transfer of austenitic stainless steels

Yue Wang, Peng Chai

- Effects of welding parameters on micro-junction structure and fracture behavior of refill friction stir spot welded joints for 2060 aluminum alloys

Markus Oswald, Josef Neuhausler, Klemens Rother

- Determination of notch factors for welded butt joints based on numerical analysis and metallography

Chendong Shao, Haichao Cui, Yasuhiro Takashima, Fumiyoshi Minami, Fenggui Lu

- Numerical investigation on the fracture driving force of laser welds and arc welds

Dariusz Boroński

- Local mechanical properties of explosively welded AA2519-AA1050-Ti6Al4V layered material

Limeng Yin, Cunguo Zuo, Zhongwen Zhang, Gang Wang, Zongxiang Yao, Zilong Su, Naiwen Fang

- Experimental and numerical simulation of mechanical behavior of micro-scale SAC305 solder joint based on joint height

Dr. Gremesberger Géza

Célegyenesben a XXX. Hegesztési Konferencia szervezése

A Magyar Hegesztési Egyesület Elnöksége és a XXX. Jubileumi Nemzetközi Hegesztési Konferencia Technikai és Szervezőbizottsága, valamint a Programbizottsága fokozott figyelemmel kíséri a hivatalos szervek tájékoztatását a COVID-19 járvánnyal kapcsolatban.

A járvány terjedése és a Kormány intézkedései alapján a MAHEG Elnöksége, a tanácskozás szervezői úgy döntöttek, hogy a korábban 2020 tavaszára meghirdetett Konferenciát 2021. január 28–30. között **online módon tartják meg**.

Ezúton is megköszönöm az érdeklődők, az előadással jelentkezők, a résztvevők, és a támogató gazdasági szereplők türelmét és pozitív hozzáállását. Ebben a rendkívüli helyzetben olyan döntéseket és intézkedéseket hoztunk, amelyek a legtöbb érintett számára elfogadható megoldást jelentenek.

A Konferencia fővédnöke Dr. Palkovics László akadémikus, Innovációs és Technológiai Miniszter, a plenáris előadók között köszönhetjük az ITM gazdaságstratégiaért és szabályozásért felelős államtitkárát, a Magyar Kereskedelmi és Iparkamara alelnökét, valamint a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés igazgatóhelyettesét.

A korábban megjelent felhívásnak megfelelően a Konferencia előadói jelentkezési határideje lejárt, az előadást nem tartó résztvevők jelentkezési határideje **2021. január 11.** A sikeres előkészítés érdekében kérjük, hogy az érdeklődők ne várják meg ezen végső határidőt, mielőbb juttassák el jelentkezési lapjukat a maheg@maheg.hu címre.

A konferencia nyelve magyar és angol. A program 2021. január 28-án, csütörtökön délelőtt plenáris üléssel kezdődik, amelyet csütörtök és péntek délután valamint szombat délelőtt a szekcióülések, kerekasztal megbeszélések követnek, a későbbiekben kiadásra kerülő, a konferencia honlapján is közzétett program szerint. A konferencia **cikkek ISBN számmal** ellátott elektronikus kiadványban jelennek meg. A konferenciát követően a Programbizottság által szakmai szempontok alapján kiválasztott közlemények szerzői felkérést kapnak eredményeik részletesebb kifejtésére, amelyek a Hegesztéstechnika folyóirat Tudományos Rovatában, vagy angol nyelvű cikk esetén az Impactfaktoros Periodica Polytechnica Mechanical Engineering folyóiratban kerülhetnek publikálásra.

Az online konferencia a hagyományoknak megfelelően alkalmat biztosít a MAHEG által kiírt diplomafeladat pályázatok díjazottjainak, valamint az Egyesület elismeréseinek ismertetésére, majd – a pandémia lecsengését követően – azok személyes átadására. Az előadásokat követően mód lesz szakmai vitára, észrevételek felvetésére. A konferencia kreditpontos képzésnek minősül, a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés nemzetközi és európai hegesztő diplomák tanúsítás rendszerében.

Az online Konferencia sikeres és magas színvonalú lebonyolítása érdekében a MAHEG szerződést kötött a Diamond Congress Kft-vel, amelyik biztosítja a Zoom Webinar technikai lebonyolítását, GDPR szabályok betartását.

Az online térben megrendezett konferencia teljesen platform független, bármilyen operációs rendszeren és mobil eszközön is működik. Bizonyos funkciók használatához kamera, mikrofon és hangszóró elengedhetetlen. A belépéséhez szükséges logint és kezdő jelszót a szervezők küldik ki az összes regisztrált nevére és az általa megadott e-mail címre. A résztvevő csakis kizárólag az általa megadott saját e-mail címével és jelszavával tud belépni, más login párral nem.

Az online Konferencia lebonyolításával, a részvétel módjával, az előadásokkal kapcsolatos információkról az érintettek e-mail címükre további technikai információkat fognak kapni.

A konferencia szervezői nevében tisztelettel kérem a cégek döntéshozóit, az intézményvezetőket, hogy bátorítsák és támogassák a hegesztő és rokon szakterület munkatársait, a pályakezdő fiatalok részére a virtuális, 100%-ban COVID-mentes, biztonságos részvételét rendezvényünkön. Várjuk az érdeklődők jelentkezését.

Mindent megteszünk annak érdekében, hogy a személyes részvétel nélkülözése ellenére, szakmailag magas színvonalú, az élő kommunikációt előtérbe helyező rendezvényt biztosítsunk minden résztvevő számára.

Dr. Dr. h. c. Gáti József
MAHEG elnök, Konferencia elnöke



**30. Jubileumi Nemzetközi
Hegesztési Konferencia**
2021.01.28-30. www.maheg.hu





WELDONE: Birkózás a globális pandémiával

Az a globális járvány, amely 2020 elején meglepte az összes EU-országot, nemcsak a tagállamok társadalmára és gazdaságára volt hatással, hanem az Erasmus + által finanszírozott projektek, köztük a WELDONE megvalósítására is. Annak ellenére, hogy a WELDONE kimenetel-

nek fejlesztése szempontjából fontos tevékenységeket függesztették fel (azaz a tanulási tevékenységeket), a partnerek képesek voltak alkalmazkodni és folytatni a munkát mindezen erőfeszítésekkel, hogy megbirkózzanak a helyzet által szabott összes korlátozással.

A közös cél az volt, hogy folyamatosan találkozzunk a megvitatandó fő témák érdeké-

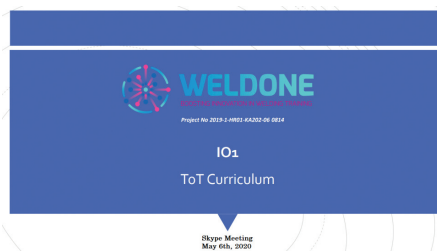
ben, és folytassuk a munkát annak érdekében, hogy a projekt minden mérföldkövét elérjük a tervnek megfelelően.

A WELDONE partnerek megbirkóznak a globális járvánnyal, és mindaddig folytatják, amíg a szükséges feltételek össze nem állnak az összes felfüggesztett tevékenység folytatásához.

WELDONE ToT tanterv

2020. május 6-i online találkozó – az EWF házigazdája

Tudta, hogy vannak olyan új pedagógiai megközelítések, amelyek javítják a tanulók tapasztalatait a tanulással kapcsolatban, ösztönözve őket arra, hogy aktívabbak legyenek a tanulási folyamatban? A WELDONE tantervet készít egy Train of Trainers tanfolyamra, amely kapacitálja az EWF Qualification System oktatóit és a tudományos, technológiai, mérnöki és matematikai (STEM) szektor oktatóit, hogy WELDONE módon vegyessenek technikai képzést – alternatív pedagógiai megközelítések alkalmazásával – és a



fejlesztés beágyazásával kulcsfontosságú kompetenciák a műszaki tantárgy képzésében. A WELDONE partnerek az első lépés teljesítésé-

nek küszöbén állnak annak a hét kompetencia egységnek (CU) a „véglegeshez közeli verziójának” megkötése felé, amelyek a ToT tananyag részét képezik. A partnerek közötti folyamatos információcseré döntő fontosságú volt a technikai képzéssel és a kulcskompetenciák fejlesztésével kapcsolatos transzverzális tantárgyak kezelésére előkészített anyagok minősége szempontjából, ami döntő fontosságú az oktatók és tanulók számára abban, hogy biztosítsák tanulói részvételét a tanulási folyamatban, amellyel elősegítik jövőbeli szakmai sikereiket.

WELDONE Fogalmi kézikönyv

2020. május 20. Online találkozó – az ISO házigazdája



Jelenlegi partner: ISQ, EWF, ASR, MATRAI, IOS, IEKEP, STRUKA

WELDONE partnerek jelenleg e-könyvet fejlesztenek, amely cikkeket és esszéket tartalmaz a WELDONE által javasolt innovatív pedagógiai megközelítésekről.

Ez a könyv EN, GR, HR, HU, PT és RO nyelven lesz elérhető, és olvasóinak (oktatási szervezeteknek és más ágazatoknak, amelyeknek haszna származhat) esszét és pél-

dákat mutat be a WELDONE ToT tanterv által érintett tantárgyakhoz kapcsolódó jó gyakorlatokról.

Az e-könyv létének előnye, hogy bármikor, bárhol elérhető lesz. Ha további híreket szeretne megtudni erről az innovatív WELDONE kimenetelről, kérjük, ellenőrizze a Facebookot, és kövesse a projekt tevékenységeit a <https://www.facebook.com/weldone-project-oldalon>.

Hogyan juthatnak hozzá a WELDONE erőforrásaihoz

2020. május 27. Online találkozó – a MATRAI házigazdája



Partner jelen: ISQ, EWF, ASR, MATRAI, IOS, IEKEP, STRUKA

A WELDONE másik kidolgozandó eredménye egy olyan eszközkészlet, amely lehetővé teszi a ToT tanterv megvalósítását dedikált műhelyek során.

Ez a „használatra kész” eszköztár olyan pedagógiai és gyakorlati erőforrásokat tartalmaz, amelyek konkrét kulcskompetenciák fejlesztésére összpontosítanak.

A WELDONE partnerek videókat, gyakorlatokat, esettanulmányokat és egyebeket fognak ösz-

szegíteni, és ezek az erőforrások ezen az eszközkészleten, a jövőben elérhetők lesznek minden szakképzési tanár/oktató vagy szolgáltató számára.

További hír erről az értékes forrásról a következő WELDONE hírlevélben lesz olvasható.

Az elkövetkező hónapokban, 2020 november és 2021 január vége között, az IO2 Fogalmi Kézikönyv és az IO3 számol be arról, hogyan lehet WELDONE-t fejleszteni.

Összeállította: Mátrai Hegesztéstechnikai Kft.

Beszámoló az Ellenállás-hegesztés 2020 szimpóziumról

A Magyar Hegesztési Egyesület Ellenállás-hegesztési és rokon technológiák szakbizottsága, a Rehm Hegesztéstechnika Kft. és a Miskolci Egyetem 2020. november 5-én rendezte meg az Ellenállás-hegesztés 2020 elnevezésű egynapos szimpóziumát.

A 2020. évben kitört COVID-19 világjárvány a Szimpózium szervezőit is komoly kihívások elé állította. A Kormány által elrendelt veszélyhelyzet értelmében az előadásokra on-line formában – Dr. Gáspár Marcell egyetemi docens (Miskolci Egyetem) moderálásával – került sor. A Szimpóziumon előzetesen 45 fő jelezte részvételi szándékát, ténylegesen megközelítőleg 50 fő kapcsolódását regisztráltuk a rendezvény teljes időtartama alatt.

A megjelent szakembereket a szervezők nevében Nagy Ferenc ügyvezető igazgató (Rehm Hegesztéstechnika Kft.) valamint Borhy István a Magyar Hegesztési Egyesület elnökségi tagja, az IIW Magyar Nemzeti Bizottság titkára köszöntötte. Az egyenként 20 perces előadásokat két szekció keretében hallgathatták meg a résztvevők, akik az előadások közben írásban ill. az előadásokat követően szóban tehették fel kérdéseiket az elhangzottakkal kapcsolatosan. Az előadások elsődlegesen az ellenállás-hegesztési eljárások mindennapi gyakorlati alkalmazásainak tapasztalataira fókuszáltak.

Az első szekció előadói az ellenállás-ponthegesztés témakörében folytatott tudományos kutatások eredményeit mutatták be. A Miskolci Egyetem Anyagszerkeztani és Anyag-

technológiai Intézet keretében végzett kutatómunka eredményeivel Prém László EWE/IWE mérnök a nagyszilárdságú acélok ellenállás-ponthegesztett kötéseinek dinamikus vizsgálata című előadásában, valamint Bulla Péter Ágoston EWE/IWE mérnök a nagyszilárdságú alumíniumötvözet kombinált (ellenállás-ponthegesztett és ragasztott) kötéseinek vizsgálata című előadásában ismerkedhettek meg a résztvevők. Pogonyi Tibor EWS-RW mérnök esettanulmánya a kombinált vegyeskötések készítésének nehézségeit ismertette leolvastató ellenállás-tompahegesztés esetén, valamint Borhy István EWS-RW mérnök előadása a vasúti járműszerkezetek ellenállás-ponthegesztett kötéseivel szemben támasztott tervezési követelményeket részletezte.

Rövid szünetet követően a második szekció előadói a gyakorlati alkalmazások példáin keresztül mutatták be az ellenállás-hegesztési eljárások lehetőségeit és korlátait. Wéber Dániel gyártómérnök (Ajakai Elektrotechnikai Zrt.) a kötőelemek ellenállás-dudorhegesztését ismertette középfrekvenciás áramforrások alkalmazása esetén, míg Gáll Péter EWS-RW mérnök a Robert Bosch Power Tool Elektromos Szerszámgyártó Kft.-nél alkalmazott ellenállás-hegesztő eszközökről, berendezésekről és vezérlésekről adott tájékoztatást. Kovács Tamás EWS-RW mérnök (Aptiv Connection Systems Hungary Kft.) konkrét

gyártási folyamatok példáin keresztül tájékoztatta a résztvevőket az ellenállás-hegesztési eszközök alkalmazásának lehetőségeiről. Tóth László a REHM Hegesztéstechnika Kft. műszaki tanácsadója a DALEX Schweißmaschinen GmbH. (Wissen/Sieg (Németország)) illetve a Harms & Wende GmbH. (Hamburg (Németország)) ipari felhasználók számára kínált újdonságait és a fejlesztések aktualitásait mutatta be előadásában.

Dr. Török Imre címzetes egyetemi tanár zárószavában megköszönte az előadók felkészülését és magas színvonalú előadásait, valamint a Szimpózium szervezésében közreműködő kollégák munkáját. Kifejezte reményét, hogy a soron következő 2022. évi rendezvényre a hagyományoknak megfelelően személyes formában kerülhet sor. Egyúttal felhívta az érdeklődők figyelmét a Miskolci Egyetem által szervezett, az Európai Hegesztési Szövetség (EWF) irányelveihez igazodó ellenállás-hegesztési tanfolyamok – Európai Ellenállás Hegesztő Specialista (EWS-RW) ill. Európai Kiemelt Ellenállás Hegesztő (EWP-RW) – szervezésének aktualitásairól.

A résztvevők és az érdeklődők az elhangzott előadásokat elektronikus formában a MAHEG honlapjáról érhetik el illetve tölthetik le. A szervezők ez úton is köszönik az előadók, a résztvevők, valamint a támogatók hozzájárulását a rendezvény sikeres lebonyolításához.

Dr. Gáspár Marcell és Borhy István

Együttműködési megállapodást kötött a Dunaújvárosi Egyetem és a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés

2020. 11. 10-én Dunaújvárosban A Dunaújvárosi Egyetem rektora Dr. habil. András István, PhD. és Gayer Béla a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés igazgatója, ünnepélyes keretek között aláírták a két szervezet együttműködéséről szóló megállapodást. Az eseményen jelen voltak még az egyetem részéről Dr. Nagy András kutatási és fejlesztés rektorhelyettes, Dr. Sándor Tamás a hegesztési bázis vezetője. Az Egyesülés részéről Bíró László műszaki és általános igazgatóhelyettes és Bakos Levente nemzetközi és fejlesztési igazgatóhelyettes.

Felek az együttműködést különösen az alábbi területeken kívánják megvalósítani:

- A hegesztés és a hegesztési vizsgálatok szakterület népszerűsítése az egyetemi hallgatók körében.
- A DUE Paksi Kompetencia- és Kutatóközpontja tevékenységének keretében a Hegesztési Bázis, illetve a hegesztéshez kapcsolódó képzések programjának kidolgozása és végrehajtása tekintetében szakmai együttműködés.



A szerződés aláírása után...

- Szakmai együttműködés a DUE Kompetencia- és Kutatóközpontban elvégzett vizsgálatok, minősítések és munkapróbák tanúsításában, illetve dokumentálásában.

Közös tevékenységek:

- Közös BSc és MSc, továbbá az European Welding Federation által koordinált oktatási programok kidolgozásában és végrehajtásában való részvétel.
- Szakdolgozat, valamint TDK témák meghirdetése és témavezetés, illetve különdíjak biztosítása.
- A Paks II atomerőmű létesítésének előkészítési és végrehajtási szakaszában felmerülő hegesztési személyzetképzési igényeknek, illetve hegesztési vizsgálatoknak való megfelelés.
- Az MHTe lehetőséget biztosít szakmai folyóiratában a „Hegesztéstechnika”-ban lektorált tudományos cikkek megjelentetésére.
- Az együttműködés keretében lehetőség van a DUE munkatársainak nemzetközi kutatási projekteken való közreműködésre.

Összeállította Gayer Béla

II. hegesztési webinárium beszámoló

Minden kihívás egyben azt is jelenti, hogy új lehetőségek tárháza nyílik meg előttünk. Ennek szellemében a Magyar Hegesztési Egyesület Ifjúsági Fóruma a 2020-as évre célul tűzte ki az érdeklődő fiatalság, hallgatóság ismeretének bővítését, kapcsolatrendszerének szélesítését, mindezt virtuális formába átültetve. Az idei évben először kerül megrendezésre egy, a hegesztés tématerületére összpontosító webinárium sorozat, amely során konferencia jelleggel, alkalmanként egy-egy szűkebb témakörhöz tartozó előadások

terület került: a lézersugaras megmunkálások, beleértve az additív gyártástechnológiákat is, illetve a nagyszilárdságú acélok. A lézersugaras megmunkálások előretörése megkérdőjelezhetetlen, a lézer az első működő prototípus hatvanadik évfordulójára a különböző gyártási eljárások megkerülhetetlen elemévé vált. Nem csak hegesztés és vágás esetében, hanem az additív gyártások tekintetében is kulcsfontosságú szereplő lett, ami a korszerű szilárdtest-lézerek radikális fejlődésének tudható be. Az elérhe-

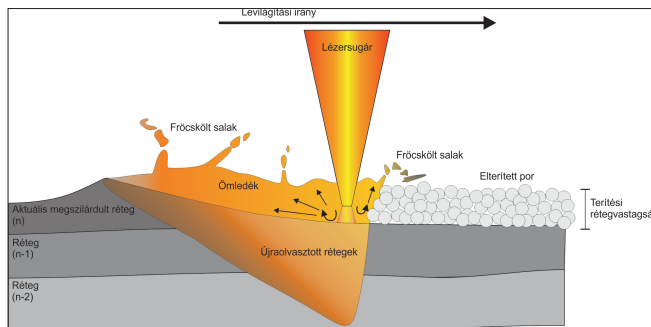
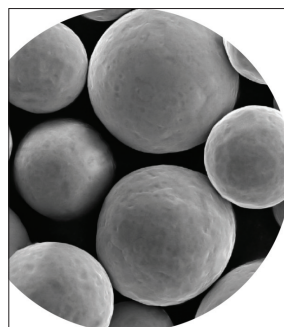
állapota, illetve a por-lézer interakciója is befolyásolja. Pammer Dávid, a PaB Kft. ügyvezetője előadásában a fémporokat, illetve azok tulajdonságainak hatását, különös tekintettel a gyártás minőségére, mutatta be.



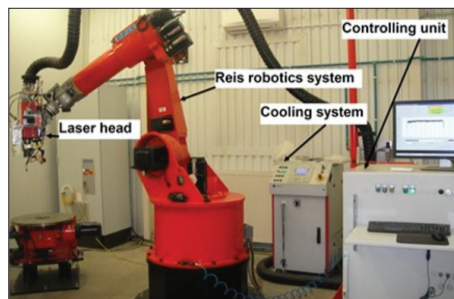
A második előadó személyében Raghawendra Sisodia-t, a Miskolci Egyetem Ph.D. hallgatóját tisztelhetjük. A prezentáció során kutatási témájának, a nagyszilárdságú acélok lézer- és elektronsugaras hegesztésének fő eredményeit mutatta be. Napjainban a nagyszilárdságú acélok alkalmazása a tömegcsökkentés egy lehetséges módját testesíti meg. Számos esetben, például járműipari szerkezeteknél illetve mobil daruknál ez közvetlenül hozzájárul a szén-dioxid kibocsátás csökkentéséhez és a klímaceél eléréséhez. Korszerű anyagok, korszerű hegesztési eljárások, ennek szellemében egyre nagyobb figyelem összpontosul a lézersugaras hegesztésre. A technológia előnyei mellett számos kihívás is jelentkezik a nagyszilárdságú acélok feldolgozása során, amely ezen anyagok nem egyensúlyi szövetszerkezetében gyökerezik. A hegesztés során, különösképpen a hőhatás-övezetben, lágyulás, illetve számos esetben keményedés lép fel. A hegesztéstechnológia implementálása előtt tehát alapvető fontosságú tisztában lenni ezen folyamatokkal, illetve ezen jelenségek a varrat mechanikai tulajdonságaira kifejtett hatásával. Az előadás során bepillantást nyerhetünk a nagyszilárdságú acélok hegeszthetőségének sajátosságaiba.

A webináriumon, amely Microsoft Teamsen keresztül került lebonyolításra, 25 fő vett részt. Az előadásorozat következő alkalma az autóiparban alkalmazott kötéstechnológiákra fókuszál majd, és előreláthatólag feburár közepén rendezzük meg.

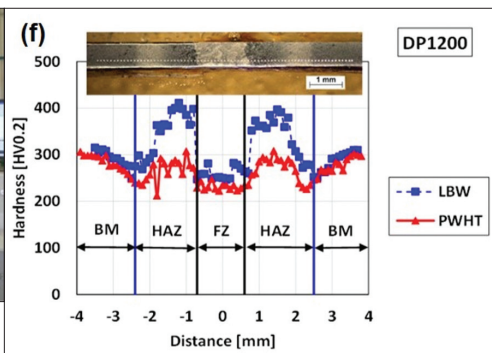
Tóth Tamás



Pásztázó elektronmikroszkópiás (SEM) felvétel egy, a porgyas additív gyártásnál használt porról (balra), illetve a technológia sematikus vázlata (jobbra) (forrás: Pammer Dávid)



A hegesztésnél alkalmazott kísérleti elrendezés (balra) illetve egy DP1200-DP1200 lézerhegesztett kötés vizsgálatánál kapott keménységlefutás (jobbra) (forrás: Raghawendra Sisodia)



tő, fókuszpontban kis átmérőjű lézersugár modern vezérlési technikákkal kombinálva új dimenziókat nyitott a porgyas additív gyártástechnológiák mezején is. A gyártás minőségét azonban nem csak az energforrás jellege, hanem az alkalmazott por

kat hallgathatunk meg. A webinárium sorozat második epizódja 2020. október 29-én az esti órákban került lebonyolításra. Ennek az eseménynek a középpontjába két téma-

Az EuroMEC projektről

Tájékoztatjuk az olvasókat, hogy a Mátrai Hegesztési és Szakképzési Kft. a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés háttérintézményével újabb nemzetközi projektet nyert meg román, norvég és svéd partnerekkel egyetemben.

A projekt 2020. november 1. és 2023 október 31. között 3 éves időtartamú és a Mechatronic 5. nemzetközi innovációs célokhoz kíván eredményeket nyújtani a hegesztési szakemberek képzése terén.

A cél az, hogy a gépesített, orbitális, robottechnikákkal dolgozó cégek kockázatmenedzsmentjén keresztül ellenőrzési módszerek legyenek kidolgozva a gyártás, szerelés, karbantartás területén a hegesztett termékek előállításakor.

Ezekhez a feladatokhoz kognitív ismeretekre van szükség. Nem utolsósorban megfelelő piaci ismeretek, kapcsolatok, technikai és kommunikációs eszközök és komoly szervezési készség.

A Mátrai Hegesztési és Szakképzési Kft. nem véletlenül kapta ezt a feladatot, hiszen sok nemzetközi projektben vett már eddig is részt. Megvannak a szükséges feltételek az innovatív és kreatív ismeretek alkalmazására. Elismert referenciabázisa a z MHE-nek és Európai Hegesztési Szövetségnek.

A projekt aktuális állapotáról rendszeresen beszámolunk a *Hegesztéstechnika* folyóirat minden kiadásában.

Benus Ferenc

HÍREK

MHtE Akadémia – tervezett tanfolyamok 2020-ban

	Kezdési időpontok és egyéb információk	Árak	Célcsoport
Alapismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-B) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 150.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 70.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWP/EWP végzettségű szakemberek (WI modul esetén)
Általános ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-S) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 225.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 90.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWS/EWS végzettségű szakemberek (WI modul esetén)
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 300.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 90.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWE/EWE, EWT/IWT végzettségű szakemberek (WI modul esetén)

FELHÍVÁS

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés 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 MHtE nemzetközileg elismert tanúsítványt bocsát a megrendelő rendelkezésére. Az MHtE 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 adni a tanúsítványt.

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

e-mail: benedekj@mhte.hu; telefon: 06 70 400 2767

Értesítjük kedves ügyfeleinket,
hogy a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés
hivatalos címe 2020. május 1-től

1149 Budapest
Mogyoródi út 32

Bemutatkozik a Hegesztő és Anyagvizsgáló Szakma Támogatásáért Alapítvány

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyag- vizsgálati Egyesülés (MHTÉ) közgyűlése a 2019.12.05-i ülésen úgy határozott, hogy egy alapítványt hoz létre a szakmai tevékenység erősítésére, amelyhez a pénzügyi és anyagi források megteremtése nélkülözhetetlen. Az alapító okiratban szereplő célkitűzés el- sősorban a tagvállalatok által gyakran felve- tett észrevételeket gyűjtötte össze és fogal- mazta meg, kiegészítve az ipar területén de- tektált igényekkel.

Alapítvány célja: Minden olyan tevékenység átlátha- tó támogatása, amely a hegesztési és anyagvizsgáló szakma szélesebb körű és elengedhetetlen ismeretét, eszközrendszerét feltételezi és igényli. A fő tevékeny- ség mellett, mint gyártási, szerelési és karbantartási munkákat végzők úgynevezett kiegészítő ismeretei- nek megszerzésére irányuló figyelem megteremtése, valamint pénzügyi és egyéb anyagi források létreho- zása, azaz:

- hegesztés, anyagvizsgálat és rokontechnológiák ered- ményeinek terjesztésére, alkalmazási lehetőségeiknek megismerte- tésére és elősegítésére
- az eredményeket létrehozó kutató, fejleszt ő és alkalma- zások megismeréséért tevé- kenykedő emberi erőforrás elismerésére
- nemzetközi szakmai trendek, kutatás- és fejlesztés ered- mények elérhetőségének megteremtésére az iparban te- vékenyke- dő szakemberek számára
- a hegesztő és anyagvizsgáló szakmát művelők tamoga- tására a tudás, a kreatív, az innováció és logikai kompe- tenciák ered- ményes alkalmazása, információk nyújtása és gyűjtése céljából

Az Alapítvány nyitott, ahhoz bármely hazai vagy külföl- di természetes vagy jogi személy tetszése szerinti vagyoni hozzájárulással csatlakozhat.

Az Alapító az alapítvány vagyonának kezelésére, a célok folyamatos megvalósítása érdekében egy háromtagú kura- tóriumot ne- vezetett meg:

Elnök: Dr. Czitán Gábor, címzetes egyetemi tanár, Európai Hegesztő Mérnök /EWE/

Tagok: Bakos Levente, Európai és Nemzetközi Hegesztő Mérnök / EWE/IWE/, Törköly Tamás, Európai és Nemzetközi Hegesztő Mérnök /EWE/IWE/

A kuratórium éves munkatervet készít és aszerint vég- zi munkáját, határozatait nyilvános ülés tartásával hozza meg. Tevékenység- gének súlyponti feladata a források meg- teremtetése, és az MHTÉ tagvállalatoktól, illetve a szakterüle-

tekről érkező igények, javaslatok értékelését követő meg- valósítása.

Az Alapítvány támogató tevékenysége főbb vonalakban:

- európai szabványok magyar nyelvű szab- ványként való megjelentetésének tamoga- tása;
- szakmai konferenciákon, találkozókön való részvétel tá- mogatása;
- nemzeti és nemzetközi szakmai kapcsolatok ápolása és fejlesztése;
- hegesztőanyagok magyarországi felhasználá- sának idő- szakos megjelentetése;
- hegesztési és rokoneljárásokkal foglalkozó szakemberek eredményeinek elismerése;
- hegesztési versenyek támogatása;
- fiatal szakemberek támogatása (pl. konfe- rencián előadókknak stb.)
- tudományos diákköri tevékenység, hegesztési szekció, díjazás;
- kutatás támogatása pl. phd. fokozat elnyerésének támo- gatása.
- hazai és nemzetközi szakmai publikációk elősegítése
- szakmai felsőoktatási intézmények kutatás-fejlesztéssel foglalkozó intézeteivel együttműködés a kutatási ered- mények gyakorlati felhasználása érdekében
- ipari tapasztalatok, szükségletek visszacsatolása a kuta- tók-fejlesztők részére
- diploma munkákhoz témák, konzulensek megjelölés
- ösztöndíj programok létrehozása
- tankönyvek kiadása

Az Alapítvány munkáját az MHTÉ új székhelyén kezdi meg: Elérhetőségünk:

- 1149 Budapest, Mogyoródi út 32. „A” épü- let 4. emelet.
- Tel: (36-1) 769-0056

Elérhetőségünk további megteremtése érdekében, a munkatervünk transzparenssé tételére és nem utolsó sor- ban a támogatók bekapcsolására egy honlap létrehozásá- val indítunk, www.mhtealapitvany.hu amely szeptember- től válik élessé.

Alapítványunk várja észrevételeiket, javaslataikat és nem utolsó sorban a források megteremtéséhez szükséges tá- mogatásukat!

Szakmai üdvözléssel

Dr. Czitán Gábor, MHTÉAlapítvány elnök

Tel: +36309519914

MHE-RIPIORT a MESSER cégnél Halász Gábor úrral

Halász Gábor IWE/EWE hegesztő szakmérnök a Messer Hungarogáz Kft. hegesztés-vágás szaktanácsadója, a lézertechnológiák és az additív gyártás szakértője, aki kollégájával már 2002 óta segíti az ügyfeleket. A Messer épp ennyi ideje, 18 éve

– Hogyan és miért lépett be a Messer Hungarogáz Kft. az MHE tagjai közé?

Halász Gábor: Amikor 2002-ben a cég munkatársa lettem, az egyik első feladatomból volt a Messert beléptetni az Egyesülésbe. Már régebről tudtam, milyen tevékenységek folynak az MHE-ben, ahogyan azt is, hogy ott a helyünk a tagok közt. Így tűzközelben lehetünk, első forrásból értesülünk az újdonságokról. Fontos szempont volt az ott összegyűlt tudás és tapasztalat is, nem utolsósorban a képzések, tanúsítások és a nemzetközi szervezeteknél való képviselés terén. Nagyon sok hegesztéssel, vágással foglalkozó partnerünk van, számukra elengedhetetlen az Egyesülestől kapott segítség.

– Melyek a Messer legfontosabb tevékenységei?

H. G.: Mi elsősorban ipari és egészségügyi gázokkal kereskedünk. Ezek használatához komoly "know how", tehát tudáscsomag tartozik. A hegesztés-vágás területén egy hegesztő specialista kollégám és én biztosítunk támogatást az ügyfeleknek. Jőmagam 2002 óta működök itt szaktanácsadóként. Ennyi idő alatt elképesztő fejlődésnek lehettem a szemtanúja. Óriási igény mutatkozik a munkánkra, gyakran nem is győzünk eleget tenni a megkereséseknek! Egyrészt szaktanácsadást tartunk, másrészt kereskedelmi tevékenységet is végzünk: a vágáshoz, hegesztéshez szükséges eszközöket, például nyomáscsökkentőket árulunk. Az anyacég egy másik ága termikus vágógépeket gyárt Németországba, így többek közt lángvágókat, plazmavágókat és lézervágó berendezéseket is. Ezen berendezések értékesítése is feladatunk. Egy másik szegmens a Hegesztési Biztonsági Szabályzat által előírt felülvizsgálatokat biztosítja. 2002-ben még 40 ezer kilométert utaztunk egy évben. Most átlagosan 75 ezer kilométert. Leosztva tehát több hónapon keresztül csak vezet az ember.

– Jellemzően milyen kérésekkel fordulnak önökhöz az ügyfelek?

H. G.: Gyakran merül fel kérdésként, milyen gázokat használjanak. Esetleg új technológiát akarnak bevezetni, amihez nincsen elég tapasztalatuk, vagy átállni egyik anyagról a másikra, például acélról alumínium-ötözetre. Ilyenkor megyünk és segítünk, elmagyarázzuk, és bemutatjuk hogyan, mivel lehetséges a váltás. Egyúttal felkészítő bázis is vagyunk. Van egy kis műhelyünk, ahol helyben tudunk oktatást tartani. A cél az lenne, hogy a

sorolja magát az MHE tagjai közé. Halász Gábor elmesélte, miként profitáltak a tagságból, melyek jelenleg a szakma legnagyobb kihívásai, és azt is, milyen fejlesztések kecsegtetnek a legtöbb reménnyel ezen a területen.

hegesztő hamar eljusson a minősítés megszerzéséhez, akár néhány nap vagy egy-két hét alatt. Az utóbbi években azonban jellemzőbb, hogy az ügyfeleink kérésére mi megyünk ki hozzájuk. Az ő eszközeikkel, helyszínükön és anyagaikkal végezzük el a képzést, és ha mód van rá, akkor a vizsgát is az ő körülményeik között tartjuk meg.

– Milyen előnyöket ad egy hegesztő kezébe ez a fajta képzés?

H. G.: Ez egy speciális továbbképzés, aminek célja, hogy akinek például lejárt a minősítése, újra vizsgázhasson, akinek pedig nem is volt még minősítése, az megszerezhesse. Ahhoz, hogy egy cég minőségi termékeket állíthasson elő, minősített hegesztőkre van szükség. A beszállítók is elvárják, hogy az adott termékeket minősített hegesztő hegessze. Ez az első lépcsőfok. A következő, hogy magának a cégnek is legyen engedélye, minősítése, jogosultsága az adott eljárásra és termékre. Van, ahol önként felismerik, hogy ha tovább akarnak lépni, annak ez az útja, hiszen óriási a verseny, és a kis cégek erre nem képesek. A legnagyobb ösztönző erő azonban a partner, aki sürgeti a minősítés megszerzését. Adódnak helyzetek, amikor néhány hónapon belül terveznek leszerződni egy bizonyos céggel, ám addigra már feltétel a minősített hegesztők megléte valamilyen eljárásra vagy alapanyagra. Ilyenkor gyorsan kell segítenünk. Ha valaki nulláról indulna, akkor a képesítés megszerzése több hónap lenne: OKJ-s képzés, tanfolyam, többszáz óra elmélet és gyakorlat, ami már szakképzésnek minősül. Viszont érdekes módon a minősítésekhez nem kérnek ilyen hosszú tanfolyamokat. Ha ugyanis az illető az elméleti teszteken megfelel, kellően magas százalékban jó válaszokat ad, és ha a gyakorlati vizsgán készült darabok is megütik a megfelelő színvonalat, akkor megkapja a minősítést.

– Milyen gyakorlati akadályok merülhetnek fel egy ilyen képzés során?

H. G.: Komoly anomália az iparágban, hogy a Hegesztési Biztonsági Szabályzatban szerepel egy kitétel, miszerint Magyarországon csak az hegeszthet, akinek szakmunkás vizsgája van vagy OKJ-t végzett. A gyakorlatban viszont sok multi és leányvállalat külföldi dolgozójának nincs magyar papírja. Sokan dolgoznak rajta, ezt a jogi buktatót hogyan lehetne korrigálni. Ez évek óta húzóóda harc. Többet készítették már javaslati csomagokat és kö-

TAGVÁLLALATI HÍREK ÉS RIPIORTOK

zösen lobbiznak a megfelelő kormánysszerveknél, ám jelenleg sajnos nem szakemberek döntenek a hegesztéssel kapcsolatos kérdésekről. A területet a 2004-es HBSZ szabályozza, amely ma már nem "életszagú", megújításra szorul.

– Beszéljünk az innovációkról! Melyek a legizgalmasabb fejlesztések az Önök területén?

H. G.: Érdekes terület a termikus és lézersugaras vágás, megmunkálás, ipari lézergépek területe. Itt 1 kW vagy annál nagyobb teljesítményű, síkágyas lemezmegmunkáló berendezésekre kell gondolni. Ilyenekből mára több mint 700 van Magyarországon. 30-40 cég forgalmaz ilyen berendezéseket, többségük külföldi, esetleg egy külföldi cég hazai leányvállalata. Egy lézerberendezés óriási beruházás, hiszen akár 100-200 milliós gépekről is beszélhetünk, a határ – teljesítménytől függően – a csillagos ég. Vannak, akik saját termék gyártásához alkalmaznak lézerberendezést és vannak úgynevezett job shop-ok, amelyek kizárólag vágással foglalkozó cégek.

Az elmúlt években a 3D-s fémnyomatás is felkerült a palettára. A 2000-es évek óta ez az iparág a fiber lézerek megjelenésével lendült fel igazán, amelyek által már nem tükrökkel, hanem optikai szálon lehet közvetíteni a lézersugarat, így annak továbbítása egyszerűbb és veszélytelenebb is. 2010-től lendületet kapott a fémadditív gyártás, ahol rétegről rétegre épülnek fel a darabok. Ezek az eljárások ráadásul kevesebb energiával, kevesebb hulladékokat termelnek. Csak oda teszünk anyagot, ahova kell. Alapelve a bionikus szerkezetek alkalmazása: ellessük a természetől a könnyű, de strapabíró struktúrákat, mint például a madarak üreges csontszerkezete. Rendkívül fontos terület lehet ez a jövőben a járműgyártást vagy a világűr kolonizálását tekintve, ahol minden gramm számít. Az űrparba már magáncégek is beszálltak: van aki ilyen additív technológiával gyártja az újrahasznosítható rakéta üzemanyag-tartályokat. A fém additív gyártásnál a prototípusok helyett a sorozatgyártás került fókuszba. Ez a jövőben automata, digitális soron történik, minimális emberi beavatkozással. Az emberi munkaerőnek itt már csak az előkészítésben, felügyeletben, irányításban és karbantartásban van szerepe. A végrehajtást inkább felügyelni kell, az automatizálás pedig biztonságosabbá is teszi a munkát, hiszen a felhasznált fémek egy része mérgező anyag.

– Milyen szerepet tud vállalni ebben a Messer?

H. G.: Itt több terület is összekapcsolódik. Védőgázok kellenek a gyártási műveletekhez, így a nyomtatáshoz, szinterizáláshoz is szükségesek. Érdemes összeállni a tervező és működtető szoftveres cégekkel is. Fontos a multidiszciplináris szemlélet és az összefogás. Jelenleg

nagy a titkolózás az additív iparban: amiről most értesülünk, azon már 2-3 éve dolgoztak. A fiatalságot is ebbe az irányba kellene orientálni, hogy ne csak a fizikai munkák terén váljanak képzetté, hanem magasabban kvalifikáltak legyenek! Tanársegédként és doktorandusz hallgatóként azoktól tanultam a legtöbbet, akik a „való életből” jöttek vissza. A mai felsőoktatásból hiányoznak az ilyen szakemberek, akik merítették a gyakorlatból, ott eltöltötték néhány évet és onnan tértek vissza tanítani.

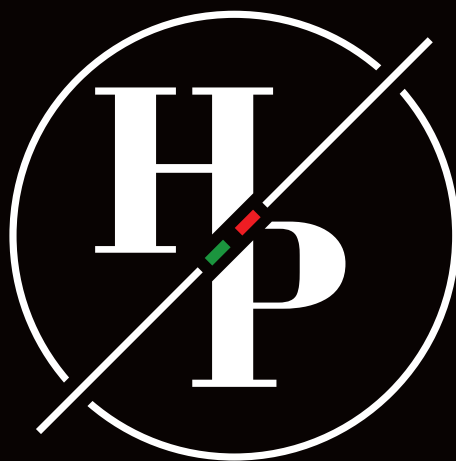
– Milyen marketingkampányt folytat a cég az egyes tevékenységi körök bemutatása érdekében?

H. G.: Van külön marketingosztályunk, így nem csak prospektusokat, kiadványokat szerkesztünk nyomtatott formában, hanem sok energiát fektetünk a különböző social mediában való jelenlétünkre is. Célzott hirdetések tesztünk fel, célzott csoportokat keresünk meg az egyéni vállalkozótól a multinacionális cégekig. Nem is gondolná az ember, mennyi területen van szükség gázokra: ilyen pl. atermikus vágás, védőgázos hegesztések, védőgázos csomagolás, a környezetvédelem, víztisztítás stb. Sikeres rendezvényünk minden év november utolsó hetében a Messer innovációs fórum, amelyen tavaly közel 200-an vettek részt. Több mint 10 évvel ezelőtt kezdtük, idő közben egyre nagyobb termeket kellett bérelnünk, hogy elférjenek az érdeklődők. Volt egy előadáscsoport, ami a hegesztéssel, egy másik a lézertechnológiákkal, egy harmadik a fém additív technológiákkal foglalkozott. Partnereinktől vendégelőadó szakemberek és mi is ismertettük az újdonságokat, adott területen. Bemutattuk, hogy merre tart a hegesztés, a lézertechnológia illetve a fém additív gyártás, a gép- és az anyaggyártók milyen fejlesztési irányba mennek.

– Mit tudhatunk ehhez képest a Messer hazai konkurencijáról?

H. G.: Van több is, de ezeknek örülni kell, hiszen ösztönoznak a versenyre és a fejlődésre. Van német konkurensünk is, hiszen Messer révén német családi vállalkozás vagyunk, amely már több mint 120 éve létezik. Ha megnézzük az egyes piaci szegmenseket, nem panaszkodhatunk, mert mindegyikben jól teljesítünk. Egyes nagy cégeknél például már akkora az ipari gáz-igény, hogy nem éri meg elvinni a cseppfolyós gázokat tartálykocsiban, mert túl sokat kéne fordulni. Oda helyi gyárat építünk, ezeket on-site-oknak hívják. Ebben piacvezetők vagyunk Magyarországon, több területen pedig elsők vagy másodikak. Cégen belül mindig dobogón vagy annak közelében végzünk az európai leányvállalatok közül. Nem szégyenkezzük, főleg annak fényében, hogy Magyarország milyen szerény számú lakossággal bír.

(A riportot készítette: Rónyai Júlia)



H U N G A R O P R I N T . H U

A Hegesztés-Technika Folyóirat
kivitelezője 2021-től az Appy Games Bt.
a HUNGAROPRINT.HU üzemeltetője.

Hirdetésszervezés: Balogh Béla +36 70 318 6165 - babela57@gmail.com
Kérje ajánlatunkat: info.hungaroprint@gmail.com



GRAFIKA



NYOMDA



REKLÁMTÁRGY



PROSPEKTUS



ROLL-UP



WELDOTHERM®

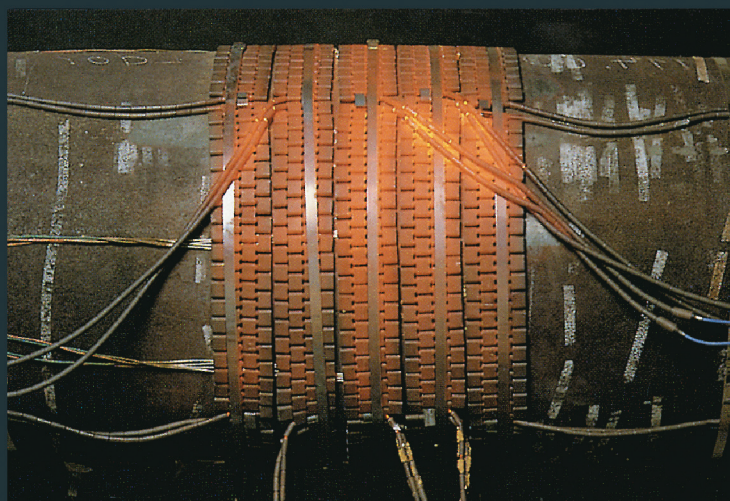
G.M.B.H. ESSEN

HIGH Tech

HIGH-TECH NÉMETORSZÁGBAN - HIGH TECH MAGYARORSZÁGON

EGYENLETES HŐBEVITEL FÜGGETLENŰL
A MUNKADARAB TÖMEGÉTŐL.
A FOLYAMATOSAN MÉRT HŐFOKVÁLTOZÁSNAK
ÉS A PROGRAMVEZÉRLÉSNEK
KÖSZÖNHETŐEN A HŐFOKELTÉRÉS A TELJES FŰTÉSI
TARTOMÁNYBAN KISEBB MINT 1%.
FOLYAMATOS HŐFOKREGISZTRÁLÁS, KIFORROTT,
BEVÁLT TECHNOLOGIA

TÖBB ÉVTIZEDES SZAKMAI MŰLTAL PÁROSÍTVÁ = WELDOTHERM®



IHR PARTNER BEI DER WÄRMEBEHANDLUNG
PREHEAT AND POSTHEAT SPECIALISTS
PARTNERE A HELYSZÍNI HŐKEZELÉSEKNÉL

WELDOTHERM HŐTECHNIKAI ÉS KERESKEDELMI KFT.
8400 AJKA, GYÁR ÚT 40. TELEFON/FAX: 06-88/213-934, 213-935

Alföldi Dávid*

Huzalelektródás védőgázos ívhegesztő ipari robotok alkalmazása a hegesztett acélszerkezetek gyártásában offline grafikus programozással

Alig néhány éve tűnt fel, de mára már önálló tudományterületté fejlődött a robottechnika, amely a műszaki tudományoknak a társadalmi szükségletek által létrehozott, a termelési folyamatok komplex automatizálását elősegítő, a számítástechnikai eszközök és módszerek egyedi alkalmazásával összefüggő, egyre szélesebb gyakorlati jelentőségű ágazata[1]. E tudományág nem valamilyen speciális, korábban nem tanulmányozott jelenségek körét vizsgál. Nem definiálható kielégítően egyes tudományterületek érintkezési határfelületei révén sem. Újdonsága a legkülönbözőbb irányokban folyó tudományos és technikai kutatások eredményeinek példátlan integrálásában, ipari szintű alkalmazásában áll [2]. Ahogyan az előbb leírtak is mutatják, a robottechnika egy interdiszciplináris tudomány, amelynek révén valamilyen gépi berendezés automatikus üzemmódban működtethető. Az automatikus működést általában programozható irányító rendszerek biztosítják. Az irányító rendszerek az általuk mozgató, munkát végző gépi berendezéshez informatikailag kétféleképpen is kapcsolódnak. Egyrészt a berendezések mozgásállapotáról információkat gyűjtenek, másrészt mozgásuk indítása, további fenntartása vagy megállítása érdekében parancsokat adnak. Ezek a kapcsolódási platformok nem egyik napról a másikra teremthetők meg. Mind a mai napig folytonos fejlesztéssel biztosítják, hogy az elektronika és az informatika legújabb eredményei a robotot, mint automatizálási eszközt, és mint technológiai berendezést a 21. század csúcstechnológiájának meghatározójává tegyék[3]. Az ipari robot fogalma 1954-ben az USA-ban született[1], s mint eszközrendszer a termelési

folyamatok automatizálására fejlődött ki[3]. Az iparban alkalmazott robotizálás társadalmi szükségessége abból eredeztethető, hogy léteznek olyan ipari ágazatok, amelyekben a termelékenységgel és a minőséggel kapcsolatos követelmények robotok használata nélkül nem, vagy csak gazdaságtalanul kielégíthetők. Az iparfejlesztés hosszú távú feladatai új kultúrák és irányzatok kialakítását teszik szükségessé. A gyorsan változó piaci igények indokolják a technológiai szintváltást, hiszen most számos jel utal arra, hogy a kieléztetett piaci verseny következtében a vevők igényének megfelelő termékek lehető legalacsonyabb költségfordítás és legjobb minőség mellett történő előállítására és értékesítésére csak technológiai szintváltással érhető el. Következésképpen a korszerű technikán és technológián nyugvó termelési, gyártási rendszerek szervezése ma már nem csupán műszaki, de azonos felelősségű gazdasági igény egyaránt. Így az ipar hosszú távú fejlesztési fő irányai között alapvető szerepe van a technológia fejlesztésének, ezen belül a rugalmas és hatékony automatizálásnak, így a robottechnika is. Ily módon a hegesztett kivitelű acélszerkezetek gyártásában ezen technika egyre dinamikusabban növekvő fejlődésére kell számítani[2]. E megfontolások alapján az elkövetkezendő fejezetekben, a robottechnika hegesztés területén, azon belül is a huzalelektródás védőgázos ívhegesztésben betöltött szerepét szeretném röviden bemutatni, kiemelt tekintettel a napjainkban egyre nagyobb hírnévnek örvendő offline grafikus programozási módszerre, amelynek a robotizált hegesztéstechnológiában az elkövetkező években egyre nagyobb elterjedése várható.

1. Ipari robotok alkalmazásának szükségessége

Az ipari robotok a gyártási folyamatok automatizálásának alapvető eszközei. Univerzális alkalmazhatóságuknak köszönhetően felhasználhatók a kis, közép és nagy sorozatgyártás folyamán szükséges automatizálás során. Az automatizálás – és ezáltal az ipari robotok – alkalmazása a gyártási folyamatokban és tevékenységekben nagyon sokrétű előnyöket eredményezhet [4]. A gépesítést, robotizálást, automatizálást, mint a technológiai és gyártási folyamatot alapvetően befolyásoló beruházást több szempont együttes értékelésével célszerű megítélni.

- Gazdaságosságot figyelembe véve:
- Közvetlenül meghatározható ered-

mény a robottal előállított nagyobb termelékenységgel járó nyeresége. A munkabér és a terheiből megtakarítható összeg. A termelékenységgel növekedése, illetve a gyártási idő, a készlet és az átfutási idő csökkenése.

- Közvetlenül meg nem határozható eredmény, hogy nő a munkaszám, és ezáltal javul az állóeszköz kihasználtsága, csökken a termeléshez szükséges forgóalap. Anyag- és energiamegtakarítás érhető el az optimális tevékenységi sorrend, az előre programozott optimális technológiai jellemzők és a nagyobb pontosság következtében. Csökken a munkadarab ellenőrzésére fordított idő, illetve a selejt is.

A gyakran egyoldalú, csak gazdasá-

gossági elemzéseket figyelembe vevő értékelést ki kell terjeszteni a műszaki, szervezési és szociális szempontokra is.

Műszaki szempontból előnyt jelent:

- a kis hibaszázalék, a csökkentett minőségi inhomogenitás, a nagyobb termelékenység, a jobb csereszabotosság, a sorozatgyártás megvalósíthatósága, a gyors átállási lehetőség és rendszerbe integrálhatóság.

Szervezési szempontból:

- a jobb tervezhetőség (megelőző és követő műveletek, termelés illetve logisztika ütemezése, gépkarbantartás), a megbízhatóság révén pontosabban számolható normaadatok,

a humán (egészségügyi és pszichikai) problémák kiküszöbölése.

Szociális (egyéni, társadalmi) szempontból:

- jellemző, hogy a végrehajtói (fizikai) munka helyett irányítói (szellemi) tevékenység dominál, a költségesebb képzés helyett olcsóbb betanításra van szükség. Az embert a nehéz, monoton és egészségtelen munkából a gépesítés kiváltja (munkahumanizálás). A gépi munka olcsóbb volta a terméket is olcsóbbá teszi, ezáltal nagyobb piaci keresletet indukálva [5].

2. Ipari robotok fogalma, osztályozása

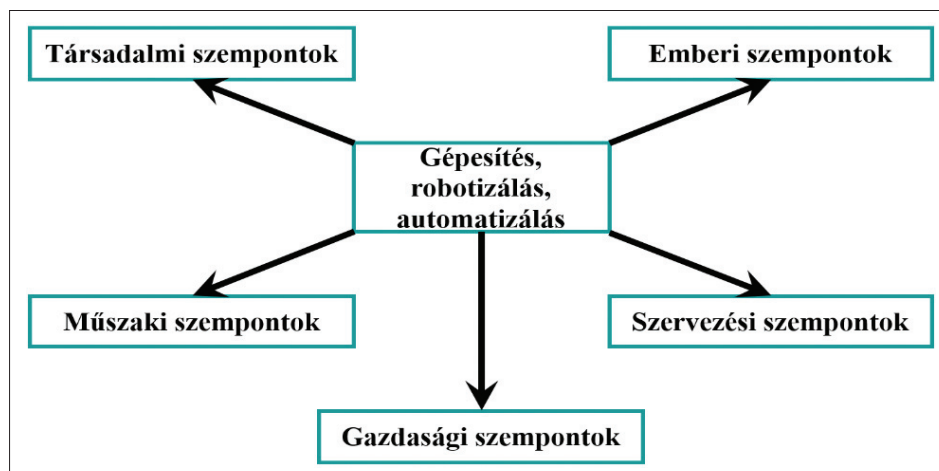
A robotok legáltalánosabb csoportosítási módszere alkalmazási terület szerinti felosztás, amely alapján megkülönböztünk:

- ipari robotokat, kutató robotokat,
- háztartási robotokat, gyógyászati célú robotokat,
- orvosi robotokat, hobby robotokat[1].
- katonai robotokat,

Maga a robot szó a szláv „rabota” szóból eredeztethető, amelynek jelentése: rossz körülmények között végzett nehéz, kényszerű, egyhangú munka. Ezek alapján minden olyan távirányítású gép ipari robotnak tekinthető, amely megkíméli az embert a veszélyes vagy nehéz fizikai munkától. Ez az értelmezés azonban meglehetősen félrevezető, így célszerű korrektebb definíciót fogalmazni: Az ipari robot,

- egy önműködő, tehát saját elektromechanikus, hidraulikus vagy pneumatikus hajtásrendszerrel rendelkező,
- szerszám, munkadarab vagy mérőfej megfelelő pontosságú megfogására, illetve pozicionálásra, valamint működési paramétereinek beállítására alkalmas,
- adott munkatartományon belül több térbeli mozgásirányban, illetve mozgáspályán szabadon, azaz szoftveresen (újra)programozható (programvezérlésű), gyártócellába illetve gyártórendszerbe integrálható manipulátor [5].

A fent bemutatott részletes definícióhoz nagyon közel áll a VDI (Német Mérnökök Egyesülete) 2860 irányelvben is rögzített, és azóta világviszonylatban is elfogadott definíciója, amely szerint: Az ipari robot univerzálisan állítható többtengelyű mozgó automata, amelynek mozgássegymásutánisága (utak és szö-



1. ábra: Automatizálás által biztosított előnyök összefüggése [5]

gek) szabadon – mechanikus beavatkozás nélkül – programozható és adott esetben szenzorral vezetett, megfogóval, szerszámmal vagy más gyártó eszközzel felszerelhető, anyagkezelési és technológiai feladatra felhasználható [3]. Az ipari robotok csoportosítása számos szempont szerint kivitelezhető, amelyek közül a legjelentősebbeket a 2. ábra szemlélteti. Az ipari rendeltetésű robotok a 2. ábrával összhangban tovább bonthatók alkalmazási terület alapján [2], amely szerint attól függően, hogy milyen objektumot (eszközt, tárgyat) manipulálnak megkülönböztetünk:

- „make” (csinál) funkciójú, azaz szerzámot manipuláló technológiai robotokat,
- „move” (mozgat) funkciójú, azaz munkadarabot manipuláló robotokat,
- test” (vizsgál) funkciójú, azaz különleges mérőfejet manipuláló mérő, ellenőrző, tesztelő robotokat [5].

Működési módjukat a szerkezeti elemek alkalmas kombinációja határozza meg. Működésüket és szerkezeti felépítésüket, egyben alkalmazási lehetőségeiket meghatározó jellemzők:

- fő mozgásirány (szabadságfokok)
- munkatér
- terhelhetőség
- visszaállítási (ismétlési) és beállítási pontosság
- mozgási sebesség
- működtető energiarendszer
- karrendszer változata
- megfogó szerkezet típusa
- beépítési méret
- telepítési mód
- bonyolultsági fok.

Az ipari robotok működési mód és szerkezeti felépítés szerinti osztályozásában szereplő jellemzők többségükben mérhetők. Jól lehet, a különböző

feladatokra alkalmas robotok műszaki jellemzőinek skálája meglehetősen széles, de mivel azok átfedik egymást, az összes robot valamennyi jellemzőjére kiterjedő általános osztályozási szempontok használata célszerű, amelyből az egyes típusokra vonatkozó jellemzők könnyen származtathatók [2].

3. Ívhegesztő eljárások gépesítése

Az ívhegesztő eljárások egyik legáltalánosabb felosztási módszere a gépesítettség szintje szerinti csoportosítás[6]. Ezen gépesítettség szintet a kötés kialakító, illetve a kötés pozícionáló mozgások megvalósítási módja szerint lehet megadni. Ennek alapján megkülönböztetünk:

- kézi hegesztést,
- részben gépesített hegesztést,
- gépesített hegesztést,
- automatizált hegesztést[5].

Kézi hegesztésnél a varratkészítés közvetlen emberi beavatkozást igényel. A hőforrás vezetését, a hozaganyag vezetését és adagolását, valamint a munkadarab adagolását mind a hegesztő szakember kivitelezzi. A műveletet hegesztő végzi, ellenőrzi és irányítja.

Részben gépesített hegesztés esetén a munkadarab adagolása, valamint a hőforrás mozgatása a varrat vonal mentén kézzel történik, a hozaganyag adagolása viszont gépesített.

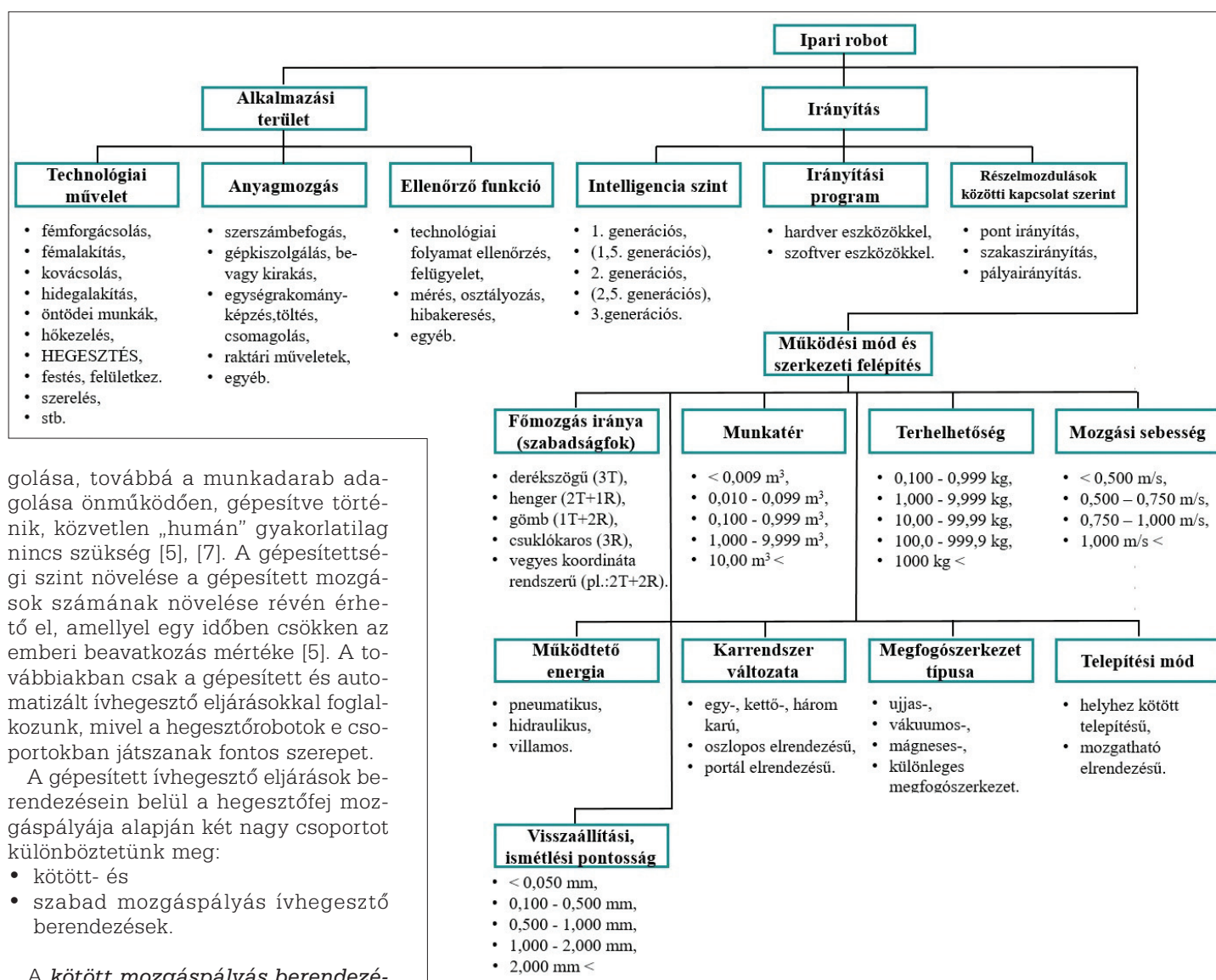
Gépesített hegesztésről akkor beszélünk, ha mind a hőforrás vezetése, mind a hozaganyag vezetése és adagolása gépesített, azonban a munkadarab adagolása továbbra is emberi erővel történik.

Automatizált hegesztés során, a hőforrás vezetése, a hozaganyag ada-

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

Kötéskialakító mozgások		Kötéspozicionáló mozgások	GÉPESÍTETTSÉGI SZINT	
hozaganyag-adagolás (szakaszosan vagy folyamatosan)	hegesztőfej-vezetés (lengetéssel vagy anélkül)	munkadarab-adagolás (készülékkel vagy anélkül)		
kézi	kézi	kézi	kézi	
gépi	kézi	kézi	részben gépesített	
gépi	gépi	kézi	gépesített	célgépes robotos
gépi	gépi	gépi	automatizált	célgépes robotos

1. táblázat: Ívhegesztés gépesítettségi szintjei[5]



2. ábra: Az ipari robotok osztályozása

golása, továbbá a munkadarab adagolása önműködően, gépesítve történik, közvetlen „humán” gyakorlatilag nincs szükség [5], [7]. A gépesítettség szintjének növelése a gépesített mozgások számának növelése révén érhető el, amellyel egy időben csökken az emberi beavatkozás mértéke [5]. A továbbiakban csak a gépesített és automatizált ívhegesztő eljárásokkal foglalkozunk, mivel a hegesztőrobotok e csoportokban játszanak fontos szerepet.

A gépesített ívhegesztő eljárások berendezéseiben belül a hegesztőfej mozgáspályája alapján két nagy csoportot különböztetünk meg:

- kötött- és
- szabad mozgáspályás ívhegesztő berendezések.

A **kötött mozgáspályás berendezéseknél** a hegesztőfej mindig csak azonos kialakítású pálya mentén képes mozogni, a hegesztett varrat vonalvezetése minden esetben azonos alakú. A kötött mozgáspályás berendezéseknél a pálya térbeli elmozdíthatósága alapján megkülönböztetünk:

- egypályás- és
- többpályás hegesztő berendezéseket.

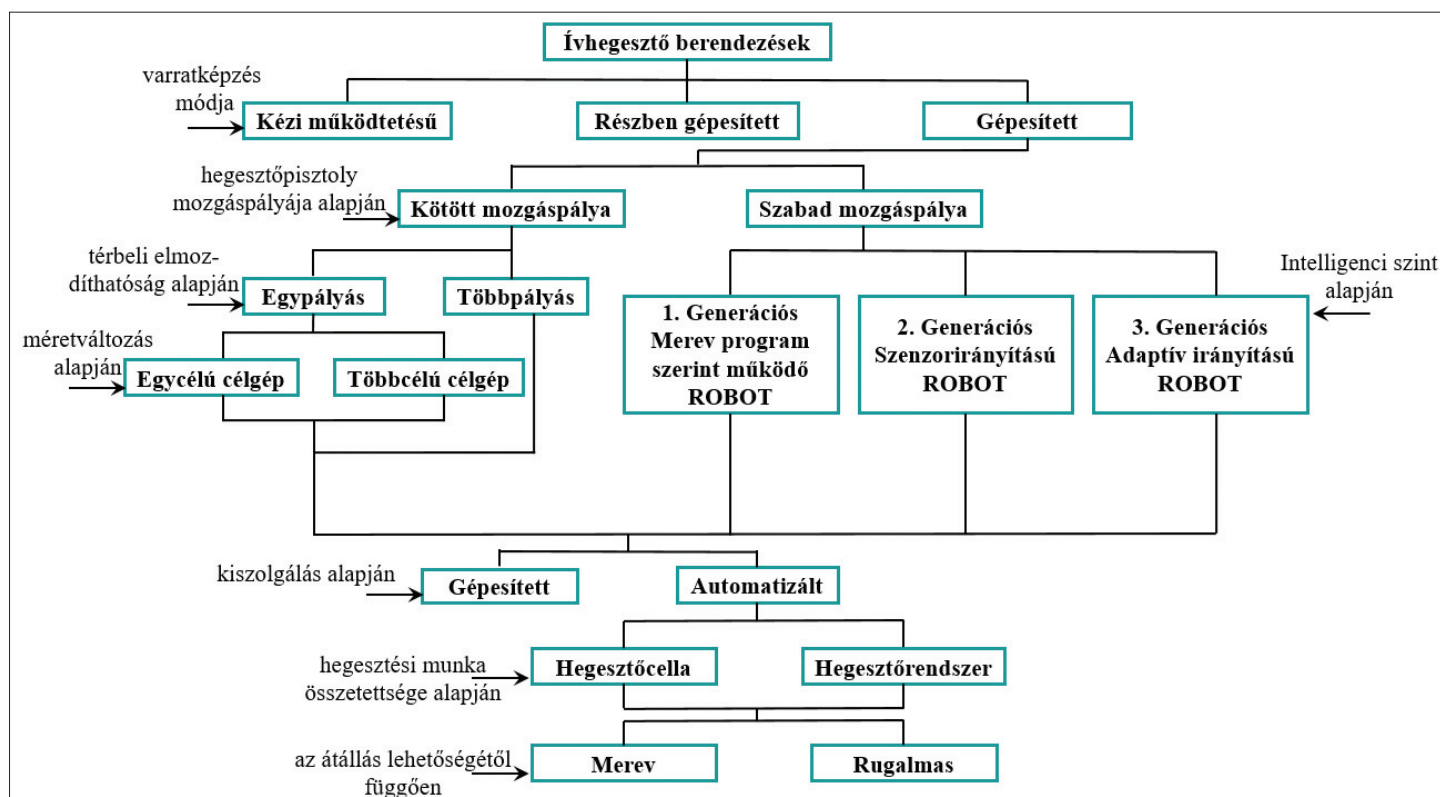
Abban az esetben, ha a pisztoly mozgáspályája mindig azonos térbe-

li helyzetű, akkor **egypályás berendezésről**, ha térben elmozdítható, abban az esetben **többpályás berendezésről** beszélünk. Az egypályás berendezéseknél a méretváltoztatás lehetőségétől függően megkülönböztetünk:

- egycélú- és
- többcélú célgépet.

Az egypályás berendezések közül azok, amelyeknél a pisztoly mozgáspályája mindig azonos méretű úgynevezett **egycélú célgépek**, amelyeknél a méret változtatható az úgynevezett **többcélú célgépek**.

A **szabad mozgáspályás berendezéseknél** a hegesztőfej tetsző szerinti alakú, méretű, illetve térbeli helyzetű



3. ábra: Ívhegesztő eljárások gépesítése [5]

pálya mentén mozgatható. Ez a gyakorlatban csak egy meghatározott térfogaton belül érvényes. Ez a térfogat a berendezés munkatere. A szabad mozgáspályát megvalósító robotok programozásuk alapján az alábbi csoportokra oszthatók:

- 1. generációs (merev program szerint működő robot)
- 2. generációs (szenzorirányítású robot)
- 3. generációs (adaptív irányítású robot)

Az **1. generációs, merev program szerint működő robot** a pisztolyt mindig azonos pályán mozgatja, de ez a pálya programozással szoftvereszközzel szabadon változtatható. A robot az összehegesztendő munkadarabok nem megfelelő elhelyezkedését nem képes figyelembe venni.

A **2. generációs szenzorirányítású robot** ezzel szemben érzékelővel képes meghatározni az összehegesztendő munkadarabok megváltozott helyzetét, és ennek figyelembevételével korrigálni a hegesztőfej pályáját. A robot az alkalmazott szenzortól függően vagy a varrat helyét képes megkeresni (varratkereső), vagy a tényleges varrat helyét képes követni (varratkövető). Egyes esetekben különleges szenzor révén mindkét feladatra alkalmas a robot.

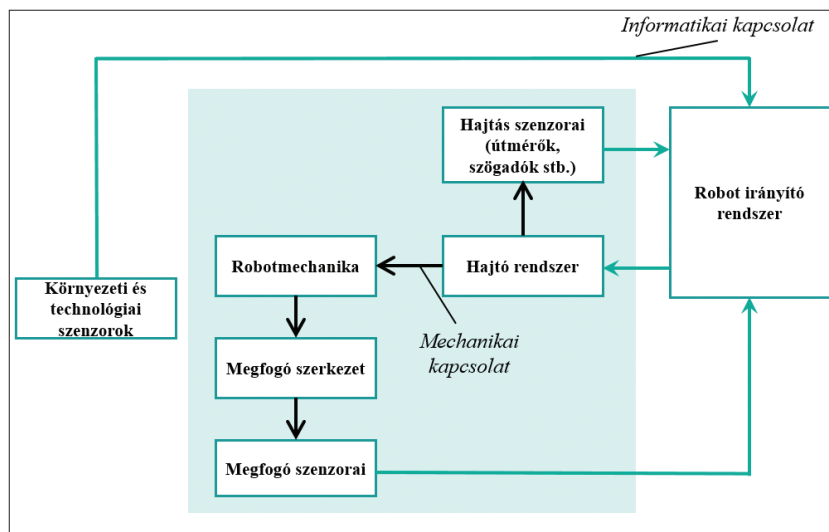
A **3. generációs, adaptív irányítású robot** a varratkeresésen és varratkövetésen túl a hegesztési folyamat és környezet több tényezőjét képes egyidejűleg ellenőrizni és megfelelő döntési algoritmus révén folyamatosan be tud avatkozni úgy, hogy az állandó minőséget váltakozó körülmények között is biztosítani tudja. A kiszolgálás alapján a gépesített varratkészítést biztosító berendezéseknél:

- gépesített és
- automatikus ívhegesztő berendezéseket különböztetünk meg.

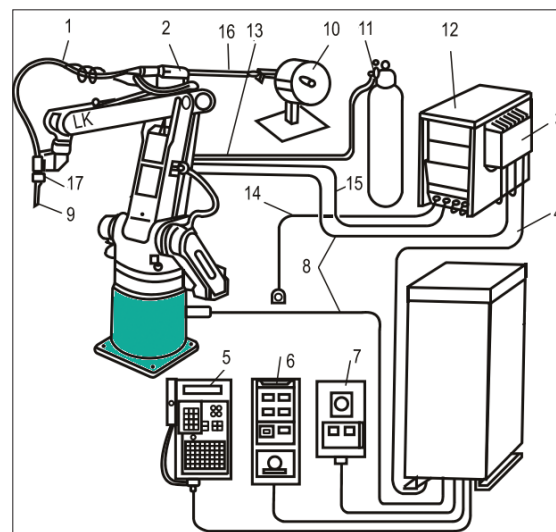
Gépesített ívhegesztő berendezések esetén a varratkészítés közvetlen emberi közreműködés nélkül megy végbe, de a munkadarabok adagolása és eltávolítása vagy ezek közül az egyik kézzel történik. Ennek megfelelően a berendezés üzemeltetése állandó emberi közreműködést igényel. **Automatikus ívhegesztő berendezésnél** nemcsak a varratkészítés történik közvetlen emberi beavatkozás nélkül, hanem a munkadarabok adagolása és eltávolítása is. Az automatikus ívhegesztő berendezés, (amelynél a teljes gyártási folyamat, tehát a munkadarab adagolása, hegesztése és eltávolítása is gépesítve van) a hegesztési munka összetettségétől függően lehet:

- hegesztőcella (gyártócella) és
- hegesztőrendszer (gyártórendszer).

Hegesztőcella alatt egyszerűbb kialakítású, kevés elemből álló munkadarabok egy, esetleg néhány hegesztési varratának elkészítésére alkalmas automatikus gyártóegységet értünk. A hegesztőcella lényegében egy munkahelyes hegesztést valósít meg. A varrat(ok) elkészítése során a munkadarab cellán belüli mozgása nem jelentős, vagy akár el is marad. A **hegesztőrendszer** ezzel szemben összetett, több elemből álló munkadarabok több hegesztési varratának elkészítésére alkalmas automatikus gyártósor. A hegesztőrendszer több hegesztőcella automatikusan vezérelt együttműködését biztosítja. A munkadarab hegesztése több munkahelyen, azokon való folyamatos áthaladás során valósul meg. Az egyes hegesztési helyek (cellák) egymástól jól elkülöníthetők. A munkadarabok egyes cellák közötti mozgása – amely természetesen gépesített – meglehetősen jelentős. A **merev hegesztőcella, illetve hegesztőrendszer** azonos, esetleg szűk tartományban változó kialakítású és méretű munkadarabok hegesztésére alkalmas. Más munkadarab hegesztésére nem alkalmasak, vagy csak jelentős szerkezeti átalakítással. Lényegében kötöttmozgáspályás hegesztő célgép(ek)ből áll, valamint ezeket kiszolgáló automatikus egységekből. A **rugalmas hegesztőcella és hegesztő-**



4. ábra: Ipari robotok funkcionális egységei [3]



5. ábra: Ívhegesztő robotok perifériái [5]

rendszer lényeges szerkezeti változtatás nélkül, többféle munkadarab hegesztésére alkalmas szoftver eszköz. A rugalmas gyártócella, illetve gyártórendszer szabadon programozható robot(ok)ból, a kiszolgálást végző manipulátor(ok)ból, valamint a munkadarab pozícionáló(k)ból tevődik össze[7]. Az imént részletezett gépesítési struktúra vizuális áttekintését a 3. ábra segíti.

4. Ívhegesztő robotok felépítése és perifériái

Az ipari robotok – és ezáltal az ívhegesztő robotok – kialakítását alapvetően a munkahelyi és piaci igények kielégítésére való törekvés, valamint a végrehajtandó feladat határozza meg[4]. A különböző ipari robotváltozatok alapvetően azonos funkcionális egységekből tevődnek össze, melyek a következők:

- robotmechanika,
- meghajtó egység,
- robot meggfogó szerkezet,
- szenzortechnikai elemek,
- irányító rendszer a szoftverrel.

A robotmechanika egy gépszerkezet, amely általában az emberi kar mozgását leképező mechanikai szerkezet, vagy az ember által végzett munka folyamat mozgásait realizáló egyéb gépszerkezet [3]. Természetesen bonyolult térbeli mozgásokra csak akkor van lehetőség, ha a mechanika váz egyes elemeinek egymáshoz viszonyított elmozdulása biztosított. Az elmozdulást az embernél ízületek, a robotoknál csuklók teszik lehetővé. A robot mechanikai vázának egyes elemeit kartagnak (angolul: link), illetőleg a kartagok közti elmozdulást lehetővé tevő

elemet egységesen csuklónak nevezzük (angolul: joint vagy wrist), tekintet nélkül arra, hogy az elcsúszást vagy elfordulást tesz lehetővé. Logikusan tovább gondolkozva a következő szerkezeti egység a meghajtó egység (angolul: actuator), amelyet fonetikusan írva a magyar terminus technikus is aktuátornak nevez. Funkcióikat tekintve leginkább az ember izomrendszeréhez hasonlíthatók [8]. Következő egység a robotok meggfogó szerkezete, amely által kapcsolódnak az általuk kiszolgált technológiai folyamatokhoz, akár anyagkezelési, akár technológiai műveletet végeznek [3]. Emberi vonatkozásban a kézfejhez hasonlítható. A robotok legdinamikusabban fejlődő része az irányító rendszer (angolul: control unit), a hardver és a szoftver együttesen [3], amely a robot egyes csuklóinak (ezáltal kartagjainak) célirányosan összerendezett mozgását teszi lehetővé. Ezt az egységet az emberi agy mozgásközpontjához hasonlíthatjuk [8]. Az irányítórendszer és a robotmechanika fejlődése kölcsönösen hat egymásra, ezzel konstrukciójában, alkalmazhatóságában, kezelhetőségében és tudásában egyre fejlettebb, intelligensebb berendezések állíthatók elő [3]. Az eddig felsorolt részegységek lényegében minden ipari robotnál megtalálhatók. A legfejlettebb robotok a fentiekben túlmenően még különböző bonyolultsági fokú érzékelő (angolul: sensor, hasonlóan a beavatkozó szerv angol megfelelőjéhez, az érzékelőt is szoktuk szenzornak nevezni) rendszerekkel is rendelkeznek, amelyek képessé teszik a robotot arra, hogy a külvilágból érkező információkat érzékeljék, feldolgozzák, és – egyes esetekben valamilyen döntési folyamat eredményeként – működésüket, vagy

akár mozgásukat is korrigálják [8]. Egy általános ipari roboton belül számos, eltérő rendeltetésű szenzor/érzékelő található, úgy, mint hajtás szenzorika, meggfogó szerkezet szenzorikája, technológiai és környezeti szenzorika.

Az ívhegesztő robotok a fent említett részegységekkel önmagukban nem tudják ellátni a hegesztési feladatot, ezért úgynevezett robotperifériákra van szükség, amelyek a következő berendezések lehetnek:

1. kábel- és tömlőköteg
2. huzalelőtő
3. áramforráshoz kapcsolt interfész
4. interfész kábel
5. tanító konzol
6. kezelőpult
7. folyamatindító
8. vezérlőkábel
9. hegesztőfej
10. huzalelektroda-csége
11. védőgáz ellátó egység
12. áramforrás
13. védőgáztömlő
14. földelő kábel
15. munka kábel
16. huzalvezető
17. meggfogó szerkezet [5]

Az ívhegesztő robot funkcionális részegységeit és robotperifériáit a cikk terjedelmi korlátozottsága végett nem részletezem, azonban azon olvasók számára, akik szíves érdeklődéssel olvasnak ezen témakörrel, szeretettel ajánlom a [9]-es szakirodalmat, amelyben az említett részegységek felépítését és működését részletesen taglalom.

5. Programozás

A robotok programozása azon utasításoknak és adatoknak az egymáshoz

kapcsolása, amelynek segítségével a robot egy meghatározott pályát leír, vagy egy feladatot végrehajt [10]. A hegesztőrobotok programozási módja szerint alapvetően megkülönböztethető:

- Online programozás (Tanító)
 - közvetlen tanítású (Direct Teach-In)
 - közvetett tanítású (Indirect Teach-In)
- Offline programozás (Analitikus)
 - szöveges programozás
 - grafikus szimulációval való programozás [7] [10].
- Hibrid programozás

5.1 Ívhegesztő robotok online programozása

Online programozás során a programozó a helyszínen, a robotmechanikát és annak vezérlését felhasználva generálja a programot, ezáltal geometriai, technológiai és programlefutási információkat szerezve a minél optimálisabb program létrehozása érdekében. Ez természetesen magával vonja a futó termelés megszakítását, amely jelentős bevételkiesést eredményezhet [11].

5.1.1 Közvetlen (direct teach-in) tanítású ívhegesztő robotok

Közvetlen (direct teach-in) tanítású robotoknál a karrendszer kézi erővel történő mozgatása segítségével történik a betanítandó mozgás programozása. A programozó a hegesztőfej közelében lévő arra alkalmasan kiképzett fogantyú segítségével végig vezeti robotot a kívánt útvonalon, s eközben az útmérő rendszer méri az elmozdulásokat, lekérdezi a tengelyek helyzetét. Az útmérő rendszer által szolgáltatott jeleket az irányító rendszer adott időközben lekérdezi (mintavételezi) és automatikusan menti a memóriában [7]. Az így tárolt helyzetinformációk sorozatát visszaolvasva képes a robot a lekérdezés pontosságának megfelelően a programot ismételni [12]. A memóriában tárolt pontok sűrűsége a lekérdezett időtől és a robotkar mozgásának sebességétől függ. A visszajátszás sebessége a mintavételi idő megváltoztatásával módosítható. A hegesztési paraméterek beírása, illetve a hegesztés közbeni módosítása a vezérlőpulton lehetséges. Ezen eljárás könnyen tanulható, egy-egy program elkészítése relatíve rövid időt vesz igénybe. Hátránya, hogy az ismétlési pontossága általában kisebb, mint közvetett tanítású társáé, valamint a nagyobb munkaterű berendezéseknél a robotkar mozgatásához szükséges erőkiejtés a mozgási tartó-

mány szélein a mozgási pontosságot negatívan befolyásolja [7].

5.1.2 Közvetett (indirect teach-in) tanítású ívhegesztő robotok

Közvetett (indirect teach-in) tanítás során alapvető eltérés, hogy a robot karrendszerét egy kézi programozó egység (nyomógombok, joystick stb.) segítségével, a robothajtás alkalmazásával mozgattuk [7], [12]. A kézi mozgást magát nem tárolja a robot irányítórendszere, hanem csak azokat a robothelyzeteket, amelyekre külön utasítást adunk (gombnyomásra tárolja a csuklókoordinátákat) [12]. A csuklókoordinátákon kívül más jellemzők is tárolhatók, mint például: a sebesség, a mozgás időtartama, a pályapontok közötti távolság megtételéhez szükséges idő [10]. Az így tárolt térpontok között a program lejátszás során az irányítórendszer kínálta lehetőségeken belül az adott pontokban programozott utasításnak megfelelően pont vagy pályavezérléssel mozog [12], ugyanis alapvető elvként megfogalmazható, hogy azokat a pontokat, amelyeket pontvezérléssel kell a robotnak megközelíteni pontvezérlésű üzemmódban, azokat, amelyeket pályavezérléssel, pályavezérlésű üzemmódban kell a memóriában rögzíteni [7]. A magasabb szintű programozó szoftverek e két lehetőséget a programozás során a menürendszerben felkínálják, és a programot ennek megfelelően kell megírni, illetve lejátszani. A megfelelő módon felvett és tárolt csuklókoordináták alapján a megfelelő irányítási mód (pont vagy pálya) aktualizálásával a pálya lejátszható, illetve többször ismételtető [10].

5.2 Ívhegesztő robotok offline programozása

Offline programozás magas szintű programnyelvek segítségével történik [10]. A programozás során a program egy adott operációs rendszerű számítógép termináljánál parancsok, utasítások vagyis egy adott programnyelv generálásával előállítható [7], [10], [13]. Ebből adódóan a programozáshoz magára a robotra nincs szükség, nem indokolt kivenni azt a termelésből [7], ezáltal az online programozás legfőbb hátránya – a termelés programozás idejére való leállítása – elkerülhető [11]. A programozási eljárást ezért nevezik offline-nak [10]. A programozási nyelv meghatározott szimbólumkészletű és szintaxisú jelzésrendszer, amely az irányító rendszer által végrehajtandó műveletek leírására alkalmas. A szintaxis az adott nyelv használatá-

ra vonatkozó formai szabályok összessége [7]. Offline programozás segítségével két alapvető nehézséget kell kiküszöbölnünk [7]. Egyrészt, a programozás absztraktságának következményét, nevezetesen azt, hogy a robot egyes funkciókat ellátó részeit és azok kapcsolatát ideálisnak tételezzük fel, így nem tud előre számolni a gyakorlatban előforduló pontatlanságokkal és egyéb zavarókövetelmények (illesztési pontatlanság, hőbevitel okozta deformációk, rezgések stb.) hatásával [14]. Az elméleti modelltől való eltérést eredményezhet továbbá a robotnak, befogókészüléknek és munkadarabnak a cellában való elhelyezési pontossága, valamint a robot saját pozicionálási és működési pontossága is [7]. Másrészt, problémát jelent, hogy a programozás – gyakran az első nehézségből adódó – hibái sokszor csak az első próbafutás alatt derülnek ki, és a végső hibakeresés és javítás csak ismételt futások során végezhető, ami növeli a robotok improduktív idejét [14].

5.2.1 Szöveges programozású ívhegesztő robotok

A **szöveges programozás** során a program előállítására egy adott operációsrendszerű számítógép terminálját használjuk, amelyen rendszerint kézzel gépell, egy adott programnyelvhez tartozó parancsok, utasítások segítségével szerkesztjük a programot [7], [10], [13]. Ezt az eljárást tehát bonyolult programozási nyelvek betáplálásával, például C, Fortan vagy Pascal hajtjuk végre. Ezen nyelveken túl számos speciális – adott gépre alkalmazható – programnyelvet dolgoztak ki, a hegesztési folyamat programozásának egyszerűsítése céljából [7]. Előnyként tartható számon, hogy a szenzorinformációk könnyen integrálhatók, így a program képes valamelyest alkalmazkodni a robot környezetében bekövetkező változásokhoz [15]. A szöveges programozás legfőbb negatívuma, hogy nehezen ellenőrizhetőek, nehezen áttekinthetőek a programok, valamint a jó hatásfokú programozáshoz nagy gyakorlatra van szükség [7].

5.2.2 Grafikus programozású ívhegesztő robotok

Grafikus szimuláción alapuló programozás révén lehetőségünk nyílik az ipari robot és környezetének valamint azok mozgásfolyamatainak virtuális szimulálására és programozására. A grafikus programozási rendszerek tehát két alapvető közvetlen előnnyel

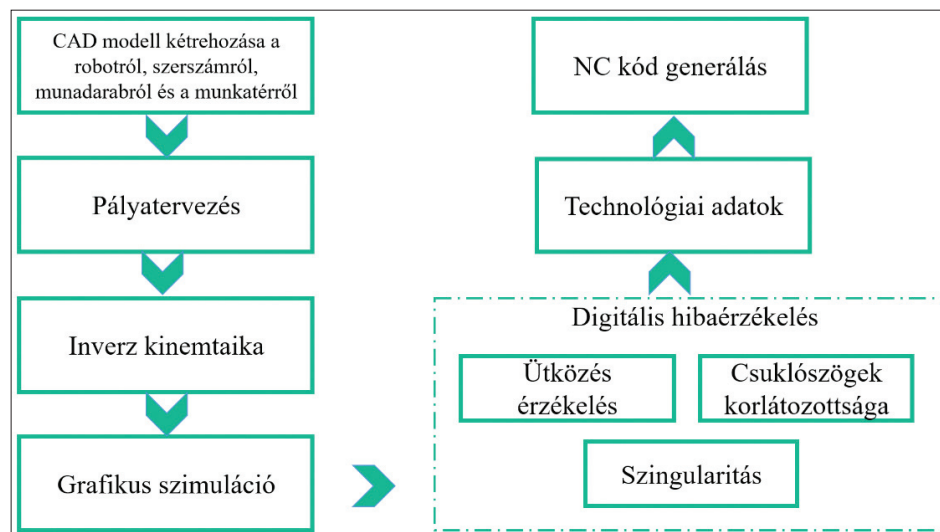
rendelkeznek. Szimuláció révén egyrészt lehetőséget biztosítanak a megfelelő ipari robotok és a hozzátartozó perifériák kiválasztására az adott feladatra (vagy fejlesztés alatt álló prototípusok vizsgálatára), valamint ezek munkatérben való optimális elrendezésének és mozgásának megtervezésére figyelembe véve többek között, az ütközési veszélyt és ciklusidő ütemezést. Másik fő funkció, hogy a szimuláció során az ipari robot a leképezett elrendezéshez és mozgáshoz tartozó programja offline módon automatikusan generálható. Az elkészített program azt követően betölthető a robot irányító rendszerébe. A közvetlen előnyökből adódóan a grafikus offline programozási és szimulációs módszer az alábbi közvetett előnyöket biztosítja:

- tervezési sikeresség növelése
- konstrukció minőségének növelése
- termék minőségének növelése
- rugalmasság, flexibilitás növelése
- beállítási és programozási idő csökkentése.

Az ívhegesztés során alkalmazott offline grafikus programozási rendszerek általános felépítését az 6. ábra szemlélteti [11].

Grafikus modellezés

A szimulációs és programozási folyamat általában több fázisból tevődik össze. Elsőként a grafikus programozói szoftver egy felhasználói felületének segítségével a hegesztőcella komplex szimulált modelljét hozzuk létre, amely tartalmazza az ipari robotot és környezetét, a kiegészítő perifériáit, és a munkadarabot vagy munkadarabokat. Ezen szükséges információk rendszerint külön fájlokban tárolandók és azokból kerülnek behívásra a cellamodell generálása során [11]. A robotmodell importálását követően a grafikus programozó szoftver funkciói az importált, adott típusú robotról függetlenül változhatnak. Sok gyártó speciális egyedi offline grafikus programozó rendszert fejlesztett ki, amelyek alapvetően tartalmazzák robotjaik védett háromdimenziós modelljeit. Fontos megjegyezni, hogy a gyártóspecifikus szoftverek rendszerint egyedi funkciókkal rendelkeznek, és kifinomultabb programozást tesznek lehetővé, amely lehetőségek saját robotjaiknak megfelelően vannak testre szabva [16]. Vannak azonban olyan szoftverek, amelyek számos gyártó háromdimenziós robotmodelljének kezelésére



6. ábra: Ívhegesztés során alkalmazott offline grafikus programozási rendszerek általános felépítése

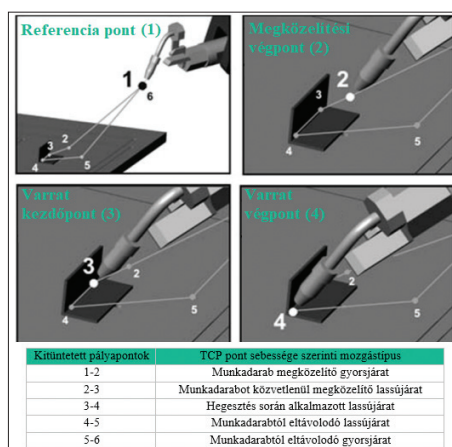
alkalmasak [16]. Napjainkban a grafikus szimulációhoz alkalmazott szoftverek túlnyomó része a CAD rendszerekkel kompatibilis, így CAD tervezőrendszereket alkalmaznak a munkatér alkotóelemeinek modellezésére, és ezen fájlok kerülnek behívásra a munkatér komplex modellezésekor [11]. A geometriai jellemzőket, például a robotmechanika egyes építőelemeinek méretét és alakját az említett CAD rendszerekben a robot modellezése során leképezik, majd azokat kényszerekkel összekapcsolják, figyelembe véve a köztük lévő relatív mozgást [17].

A grafikusan elő nem állítható attribútumokat – mint például a robot kinematikai és dinamikai adatait vagy szenzorfunkcióit – bevezetik egy adatbázisba, amelyek a robotmodell generálása során egy programmodul (menürendszer) segítségével adhatók hozzá. A robot kinematikai leírása információkat tartalmaz a szabadságfokokról, Denavit-Hartenberg paraméterekről, az ízületek funkcionális határértékeiről. [17]. A munkadarabok számítógépes modellezésekor az előzőeknek megfelelően rendszerint szintén CAD tervezőrendszert alkalmazunk [17]. Mikor a robot, a szerszám, a munkadarab háromdimenziós modelljeit importáljuk, a szoftver segítségével a cella háromdimenziós virtuális másolatát hozzuk létre [16].

Pályagenerálás

A robot helyzetét a munkatérben a szerszám pozíciójával és orientációjával határozzuk meg, pontosabban annak munkavégző pontjával, vagy más néven szerszám-középpontjával (Tool Center Point, a továbbiakban TCP, hu-

zalelektrodás ívhegesztő robotok esetén általában a huzalvég) [3]. A grafikus programozó szoftver egy további felületén az ipari robot TCP mozgását szimuláljuk, ahol a TCP helyzetét az elérendő pontokban a kartagok pozícionálásával például egér vagy joystick révén vesszük fel a képernyőn látható háromdimenziós modell segítségével [11]. A szimuláció pontosságának javítása érdekében a szoftver a kiválasztott pálya mentén interpolálja a pontokat. Ez az interpoláció nem csak a TCP pozícionálása során, hanem orientációja során is működik. A munkadarab CAD modelljének segítségével a programozó létrehozza az egyes szerzőpályákat, figyelembe véve a munkadarab jellemzőit, mint például: helyzetét, anyagát, méreteit. A TCP-nak a mozgási sebességét tekintve megkülönböztethető a gyorsjárat illetve lassú járat. Alapvetően pályatervezés során a munkadarabot megközelítő és attól eltávolodó hektikusabb mozgás (irányítást tekintve rendszerint pontirányítást alkalmazunk ez alatt lásd [9] szakirodalom) gyorsjáratként definiáljuk, míg a munkadarab közvetlen megközelítése és attól való közvetlen eltávolodás, valamint a technológiai folyamat során alkalmazott mozgáspályát (irányítást tekintve leginkább pályairányítást alkalmazunk ez alatt lásd [9] szakirodalom) lassú járatként definiáljuk (7. ábra). A TCP mozgástípusát figyelembe véve a munkadarab megközelítő és attól eltávolodó pályasorán főként pozícionáló mozgásokat alkalmazunk, míg közvetlenül a hegesztési folyamat előtt, alatt és után pozícionáló és orientációs mozgások kombinált alkalmazása jellemző (lásd [9] szakirodalom), amikor



7. ábra: Általános hegesztési pálya főbb pontjai

is a robotnak a szerszámot a megfelelő irányban, a megfelelő távolságra kell tartania, és a meghatározott sebességgel kell mozgatnia. Annak a ténynek köszönhetően, hogy időnként a szerszám orientációk a robot és a munkadarab ütközéséhez vezetnek, a felhasználó módosíthatja a TCP tájolási szögeit, amíg az ütközés elkerülhető. A program a pályatervezést követően minden pontban megoldja az inverz kinematikai feladatot, és a meghatározott kényszereket (például szögelfordulási korlátok) figyelembe véve ellenőrzi az ütközések és szingularitások lehetőségét a grafikus szimuláció során. Utóbbiak felmerülése esetén detektálja az ütközést eredményező akadályokat, illetve a szingularitások okát és javaslatot tesz azok elkerülését eredményező útvonalakra. Ezt addig folytatja, míg tökéletesen hibamentes utat nem talál. A 7. ábrán egy általános hegesztési pálya látható. A felmerülő hibalehetőség kiküszöbölése után kapott pályát a program egy fájlba menti, amely pálya révén a grafikus szimulátor a robotmozgások sorozatának szimulálását elvégezheti [17]. Ez a pályagenerálás a kiindulási alapja a későbbi NC kód generálási fázisnak [11].

NC kód generálása

A pályagenerálással létrehozott szerszám-pálya robotmechanika modelljével társított szimulációja során a program párhuzamosan megoldja az inverz kinematikai feladatokat. A szoftver a homogén transzformációs mátrixok és a Denavit-Hartenberg paraméterek felhasználásával dolgozza ki a robot mozgási egyenleteit, amelyek felhasználhatók az inverz kinematikai feladatok megoldásához. A TCP előírt helyzetére és tájolására tehát analitikusan oldja meg a robotinverz kinematikájának problémáját.

A generált robotpályát a programozó az adott hegesztési folyamatra vonatkozó technológiai adatokkal egészítheti ki, úgy mint: hegesztési áram, ívfeszültség, hegesztési sebesség impulzus adatok stb., figyelembe véve a munkadarab és a huzalelektroda adatait, valamint a hegesztési pozíciót és a robotirányítás interpolációs lehetőségeit [17]. A generált pálya révén a grafikus szimulátor a robotmozgások sorozatának szimulálását elvégezheti [17], amely során a program felismeri a lehetséges ütközéseket, azonosítja azon területeket, ahol a kívánt hegesztési szöget nem lehet biztosítani, és meghatározza a szükséges ciklusidőt. A hegesztési folyamat szimulálása során felmerülő nehézségek kiküszöbölését követően [16] a szoftver segítségével a kiválasztott robot irányítórendszerével kompatibilis szimbólumkészletű és szintaxisú NC program generálatható [7], [11].

5.3 Ívhegesztő robotok hibrid programozása

A hibrid módszerek az online és offline módszerek kombinációjából származnak [18]. Offline programozás során ugyanis vannak olyan eltérések a modell és a valóság között, amelyek a gyakorlatban problémákat eredményezhetnek és a legtöbb ipari robot nem megfelelő programozási pontosságából adódóan a kritikus pontok helyszíni (online) korrekciója olykor elkerülhetetlen [11]. Ezen módszerek legfőbb ismértve tehát, hogy a robotmozgások programját offline módon készítik el, majd a finom beállításokat a helyszínen a robotmechanikai segítségével végzik [18].

6. Összefoglalás

Jelen cikkben egy áttekintést adtam az ipari gyakorlatban alkalmazott robotokról, illetve azok csoportosításáról. Részletesen bemutattam a huzalelektrodás védőgázos ívhegesztés területén alkalmazott robotokat és azok felépítését. Napjaink legkorszerűbb robotprogramozási módszerének a grafikus offline programozás tekinthető, amelynek segítségével egy virtuális környezetbe helyezett robotcellán lehet megtervezni a hegesztési pályákat és a hegesztéstechnológiának a sajátosságait anélkül, hogy a hegesztő robotot a programozás idejére ki kellene vonni a gyártásból.

7. Irodalomjegyzék

- [1] L. Helm, Ipari robotok, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1983.

- [2] G. Fülöp, Robotizált gyártási rendszerek szervezése, Budapest: CASTROL ÉS POLLUX K.M.R KISSZÖVETKEZET, 1989.
- [3] B. Kulcsár, „Robottechnika I.,” Typotex, 2012.
- [4] Horst H. Raab, Handbuch Industrieroboter-2., neubearbeitete und erweiterte Auflage, Braunschweig: Friedr. Vieweg & Shon Verlagsgesellschaft mbH, 1986.
- [5] G. Bagyinszki és Bitay Enikő, Hegesztéstechnika I.- Eljárások és gépésítés, Kozlovár: Erdélyi Múzeum-Egyesület, 2010.
- [6] A. Balogh, A hegesztés, mint nem oldható kötélfűrés. [Performance].
- [7] F. Bauer, Robottechnika, Budapest: Budapesti Műszaki Egyetem Mérnök-továbbképző Intézet, 1988.
- [8] Z. Szabó, C. Budai, L. Kovács és G. Lipovszki, „Robotmechanizmusok,” BME MOGI, 2014.
- [9] D. Alföldi, „Ipari robotok alkalmazása a hegesztett acélszerkezetek gyártásában,” Miskolc, 2020.
- [10] B. Kulcsár, Robottechnika II., Typotex Kiadó, 2012.
- [11] W. Kreis, Entgraten mit Industrierobotern: Aufgabenorientiertes Offline-Programmiersystem, Universität Dortmund: TÜV Rheinland, 1990.
- [12] L. Szunyogh, Hegesztés és rokon technológiák, Budapest: Gépipari Tudományos Egyesület, 2007.
- [13] P. Horváth és L. Nagy, Intelligens gépek, robotok: 5. A robotok, Budapest: LSI Alkalmazástechnikai Szolgálat, 1989.
- [14] J. Pintér, Ipari robotok irányítása, programozása. [Performance]. 2011.
- [15] D. W. Wolka, Roboter Systeme 1: Technische Grundlagen, Berlin: Springer, 1992.
- [16] „www.millerwelds.com,” Millerwelds, [Online]. Available: <https://www.millerwelds.com/resources/article-library/offline-programming-and-simulation-in-robotic-welding-applications-speeds-up-programming-time-reduces-robot-downtime>. [Hozzáférés dátuma: 09 10 2019].
- [17] S. Mitsi, K.-D. Bouzakis, G. Mansour, D. Sagris és G. Malialis, „Off-line programming of an industrial robot for manufacturing,” Springer-Verlag, London, 2005.
- [18] T. Friedrich, „Technologieorientiertes Programmier- und Steuerungssystem für Industrieroboter,” Berlin, 2010.

*Alföldi Dávid,
nemzetközi hegesztőmérnök
EWE/IWE



Hivatalos magyarországi képviselő

www.corweldplus.hu

X5 FASTMIG

Kimagasló hatékonyság a hegesztésben



www.kemppi.com



ÉMI-TÜV

Válassza a biztonságot
Teremtsen értéket

Szolgáltatások hegesztőüzemek számára

Akkreditált, notifikált státuszban,
illetve nemzeti kijelölés alapján
kiadott tanúsítványok



Milyen szolgáltatást kínál az ÉMI-TÜV SÜD?

■ Személytanúsítás

Hegesztők, forrasztók, gépkezelők,
műanyaghegesztők minősítése, vizsgáztatása,
tanúsítása, jóváhagyása, tanúsítványok
meghosszabbítása

Választható érvényességi idő

- EN ISO 9606-1/2/3/4/5
- EN ISO 14732
- EN ISO 13585
- EN 13067
- EN ISO 17660-1
- AD 2000 HP3
- 2014/68/EU - PED-2014 / 44/2016 (XI.28) NGM
rendelet

■ Hegesztés-, forrasztástechnológiák vizsgálata, ellenőrzése, jóváhagyása

- MSZ EN ISO 15614-1:2017

■ Hegesztőbázisok, képzőhelyek tanúsítása

■ Hegesztőüzemi tanúsítások

- EN ISO 3834-2/3/4
- 8/2018. (VIII. 17.) ITM rendelet **ÚJ!**
- 1/2016 (I.5.) NGM rendelet

- CPR/EN 1090-1 – C€ jel
- EN 1090-2, EN 1090-3
- EN 1090-4, EN 1090-5 **ÚJ!**
- 2014/68/EU (PED-2014)
- EN 15085-2
- MSZ ISO/TS 22163 (IRIS) **ÚJ!**

További szolgáltatások hegesztőüzemek számára:

- 2014/68/EU/ 44/2016 (XI.28) NGM rendelet szerinti
megfelelőség tanúsítás - C€ jel
- TPED/ADR/RID
- MIR (ISO 9001:2015), KIR (ISO 14001:2015)
- EMAS-2017
- Energiagazdálkodási Irányítási Rendszer,
EIR (ISO 50001:2011)
- MEBIR/OHSAS és SCC
- Információbiztonsági Irányítási Rendszer,
IBIR (ISO 27001)
- Szakvélemény készítés, szakértői közreműködés,
állásfoglalások készítése
- Komplex műszaki felügyeleti tevékenység
- Állapotfelmérés, káresemények kivizsgálása

Gémes Ferenc*, Bodor János **

Hegesztéstechnológiai eljárásvizsgálatok követelményei az EN ISO 15614-1 és kapcsolódó gyártási szabványok együttes alkalmazása esetén

Jelen európai gyakorlatban a nyomástartó berendezések, termékek jellegéhez illeszkedően (tartály, hőcserélő, kazán, ipari csővezeték stb.) több, PED harmonizált gyártási szabvány is alkalmazásra kerülhet a termék előállításakor.

Természetesen a hegesztés, mint a fémes anyagok kötésének fő technológiai folyamata továbbra is a legkritikusabb és meghatározó technológia nyomástartó termék előállításakor.

Anyagunkban a termelő vállalatok hegesztő szakemberi számára célirányosan foglaljuk össze azokat a gyártási/alkalmazási szabványokat és ezek által előírt követelményeket, melyeket figyelembe kell venni és meghatározzák a lefolytatott hegesztéstechnológiai eljárásvizsgálatra vonatkozó követelményeket és azok érvényességi tartományát, a választott eljárásvizsgálati paraméterek (pl. anyagminőség, méret, termékforma, igénybevételei követelmények stb.) függvényében.

Szakmai megítélésünk szerint továbbra sem lehet cél, a szabványok által előírt határok szélsőséges kihasználása, mivel az nem helyettesíti a gondolkodó hegesztő szakember felelősségét, de irányt mutatnak az elvi alkalmazhatósági határok tekintetében. A szabványok által előírt követelmények betartása és kielégítése alapvető és megkövetelt, de a szabványok előírásain túlmenően még számos olyan paraméter betartása szükséges, melytől a hegesztett kötés üzemszerűen is megfelelő lesz.

Az összefoglaló táblázatunk az alábbi Európában járatos alkalmazási/gyártási szabványokat foglalja össze nyomástartó berendezések vonatkozásában:

MSZ EN 13445-4:2018

– Nem fűtött nyomástartó edények.

4. rész: Gyártás

MSZ EN13480-4:2018

– Fémből készült ipari csővezetékek.

4. rész: Gyártás és szerelés

AD2000 HP2/1:2017

– Procedure Testing for Joining Processes - Procedure Testing for

Welded Joints (Part of AD 2000 Code) (Anyagegyesítő eljárások vizsgálata – Hegesztett kötések eljárásvizsgálata)

MSZ EN 12952-5:2012

– Vízcsöves kazánok és segédberendezéseik

5. rész: A kazán nyomással terhelt részeinek gyártása

MSZ EN-12953-4:2018

– Nagy vízterű kazánok.

4. rész: A kazán nyomással terhelt részeinek gyártása

A táblázat közvetlen módon nem mutatja az egyes paraméterekre vonatkozó követelmények részleteit. Az eljárásvizsgálat megtervezőjének ad segítséget abban, hogy rámutat mind az EN ISO 15614-1, mind a még figyelembe veendő alkalmazási szabvány vonatkozó fejezeteire, pontjaira és azokra a kapcsolati pontokra, amelyeket a vizsgálatot tervezőnek ismernie kell és figyelembe venni, hogy a vonatkozó követelmények teljesülnek mind az alapszabvány (EN ISO 15614-1), mind a további alkalmazási szabvány tekintetében.

Érdekességként (és anomáliaként) merül fel az alkalmazási szabványokban, hogy azok közül több még az EN ISO 15614-1:2014-re hivatkozik. Jelenleg a 2017-es kiadás érvényes az alapszabványból. Ez az anomália természetesen a szabvány változatok kiadásának időbeni eltolódásából adódik. Bármely új eljárásvizsgálat lefolytatása esetén, ahol az alkalmazási szabvány még a 2014-es változatra hivatkozik, javasoljuk ennek tisztázását, egyeztetését a termék megrendelőjével, átvevőjével a későbbi, félreértéseket eredményező műszaki észrevételek elkerülése érdekében.

Az említetteken túl, a teljesség igénye nélkül még a következő azonosságokra ill. lényeges eltérésekre szeretnénk felhívni a szabványokat alkalmazók figyelmét:

Az összefoglaló táblázatból kitűnik, hogy az alap EN ISO 15614-1 szab-

vány használatával nem lehetséges minden esetben kielégíteni az adott gyártási előírás követelményeit, hangsúlyozottan a vizsgálati előírásokra. A többlet, illetve eltérő követelmények elsősorban a magasabban ötvöztött alapanyagok, valamint az alacsony hőmérsékleten való alkalmazhatóság esetén kerülnek előtérbe. Itt jelenik meg például a mikro-csiszolatokon a szövetszerkezet elemzése, a varratból kivett próbatestek szakító vizsgálata, vagy az ausztenites alapanyagok -100°C hőmérséklet alatti ütőmunka követelményei.

A felsorolt öt gyártási/alkalmazási előírás közül a táblázatot áttekintve jól láthatóan kitűnik az AD2000 H/P 2/1, melynek előírásrendszere – a folyamatos PED harmonizációs folyamat alapján – már sokban közeledett az EN ISO 15614-1 szabvány előírásaihoz, de sajátos filozófiája fokozott figyelmet igényel. Az alapanyagoknál például az ISO/ TR 15608 besorolása mellett „Vizsgálati csoportokat” alkalmaz (Test Group), amelyek eltéréseket adhatnak pl. a roncsolásos vizsgálatok terjedelmében, kivitelezésében. Ilyen eltérés pl. a hajlító vizsgálatnál alkalmazott hajlító tűske átmérőjének a kiválasztása is. A roncsolásmentes vizsgálatoknál itt is megjelennek eltérő vizsgálati követelmények az ultrahangos vizsgálat esetében.

(Megjegyezzük, ugyan ez a szabvány nem harmonizált, de a PED előírásainak kielégítésre alkalmas szabványsorozat része)

Jelen összefoglalónak nem képezi részét a hegesztési eljárásvizsgálatok érvényességi idejének elemzése, de megjegyezzük, hogy a hivatkozott alkalmazási szabványok ebben az esetben is egymástól eltérő módon szabályozzák a munkapróbákon keresztül az érvényesség megtartását.

Rövid összefoglalónk végén még egyszer felhívjuk a hegesztéstechnológiai eljárásvizsgálatok szabványait alkalmazó szakemberek figyelmét. Nem lehet cél a szabványok adta érvé-

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

Készítette: Gémes Ferenc		EN 13445-4:2018	EN 13480-4:2018	AD2000 HP2/1:2017	EN12952-5:2012	EN12953-4:2018
Szabványhivatkozás		7.3 fejezet	9.3 fejezet, 9.3.1-1 táblázat	-	8.3.1 fejezet	5.14.2.3 fejezet
Alapanyagok	Kivitelezési szabvány	EN ISO 15614-1:2004	EN ISO 15614-1:2004	EN ISO 15614-1+HP2/1	EN ISO 15614-1:2004	EN ISO 15614-1:2017
	besorolása	1-11; 41-48	1-11; 41-48	1-11; 41-48	1-11; 41-48	1-11; 41-48
Alapanyagok	teszt csoport	AD2000 HP0 1a. táblázat	-	1-2-3-4.1-4.2-5.1-5.2-5.3-5.4-6-7-8; Ni1Ni2	-	-
	Alapanyagok érvényessége	EN ISO 15614-1	5.-6. táblázat + 9.3.22 a)	5.6. táblázat	5.6. táblázat	5.6. táblázat
Hozaganyag előírás		EN ISO 15614-1	8.4.4. 2. szint	8.4.4. 2. szint	8.4.4. 2. szint	8.4.4. 2. szint
Hozaganyag érvényesség		EN ISO 15614-1	8.4. 2. fejezet	8.4. 2. fejezet + kivéve H-L045, J-L045	8.4. 2. fejezet	8.4. 2. fejezet
Hegesztési helyzetek		EN ISO 15614-1	8.5.2.1; 5.5.3.1; 8.5.6 + 9.3.2.3. fejezet	8.5.2.1; 8.5.3.1; 8.5.6	8.5.2.1; 8.5.3.1; 8.5.6	8.5.2.1; 8.5.3.1; 8.5.6
Védőgáz		EN ISO 15614-1	7.-8.-9. táblázat + 9.3.2.2. b) - c)	7.-8.-9. táblázat + 3.2.13.1; 1,1 × t	7.-8.-9. táblázat	7.-8.-9. táblázat
Méretek érvényessége		EN ISO 15614-1	7.1 fejezet 2. táblázat + 7.3 fejezet a) + b) - c)	7.1 fejezet 2. táblázat + 3.2.1. fejezet	7.1 fejezet 2. táblázat + 8.3.1 fejezet	7.1 fejezet 2. táblázat + 5.14.2.3 fejezet
Vizsgálatok	Terjedelem	EN ISO 15614-1	7.1 fejezet 2. táblázat + 7.3 fejezet a) + b) - c)	7.1 fejezet 2. táblázat + 3.2.1. fejezet	7.1 fejezet 2. táblázat + 8.3.1 fejezet	7.1 fejezet 2. táblázat + 5.14.2.3 fejezet
	Roncsolásmentes (NDT)	VT	√	√+HP5/3 + append. 1	√	√
	7.5 fejezet értékelésre	RT	√	√+HP5/3 + append. 1	√	√
		UT	√	√+HP5/3 + append. 1	√	√
		MT	√	√+HP5/3 + append. 1	√	√
Roncsolásos (DT)	PT	EN ISO 17638	√	√+HP5/3 + append. 1	√	√
	Szakító vizsgálat keresztirányú	EN ISO 4136	7.4.1. fejezet	7.4.1. fejezet + 8. fejezet 1. táblázat	7.4.1. fejezet	7.4.1. fejezet
	Hajlító vizsgálat	EN ISO 5173	7.4.2. fejezet	7.4.2. fejezet + 8. fejezet 1. táblázat	7.4.2. fejezet	7.4.2. fejezet
	Makro vizsgálat	EN ISO 17639	7.4.3. + 7.5. fejezet	7.4.3. + 7.5. fejezet + 8. fejezet 1. táblázat	7.4.3. + 7.5. fejezet	7.4.3. + 7.5. fejezet
	Ütő vizsgálat	EN ISO 9016	7.4.4. fejezet + 7.3 fejezet c)	7.4.4. fejezet + 3.2.1.1.2) + 8. fejezet 1. táblázat	7.4.4. fejezet	7.4.4. fejezet
Varrat szakító vizsgálat	Keményiség mérés	EN ISO 9015-1	7.4.5. fejezet + 3. táblázat	7.4.5. fejezet + 3. táblázat + 8. fejezet 1. táblázat	7.4.5. fejezet + 3. táblázat	7.4.5. fejezet + 3. táblázat
		EN ISO 5178	7.3. fejezet a)	3.2.1.1.1)	-	-
	Mikro vizsgálat		7.3. fejezet b)	3.2.1.1.3) + 8. fejezet 1. táblázat	-	-

Dőlt - vastagvonal: a fejlécben lévő termékszabványi hivatkozás

Szimpla: EN ISO 15614-1 szerinti hivatkozás

1. táblázat.

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

nyességi határok szélsőséges kihasználása.

Kijelentésünk alátámasztására a következő példát említjük.

A duplex acélok hegesztéstechnológiája szűk hegesztési paraméter tartomány előírását és ennek szigorú betartását követeli meg a hegesztett kötés megfelelő ausztenit-ferrit arányának biztosításához. A hegesztett kötésben, a varratfémbe kialakuló ausztenit-ferrit aránya szempontjából meghatározó a varratfém hűlési ideje az 1200–800°C hőmérséklet tartományban, mely hűlési időre hatással van többek között a hőbevitel és az anyag geometriai mérete (hőelvonás). [6]

Egy 10 mm-es anyagvastagságú lemeze hegesztési paraméterek szem-

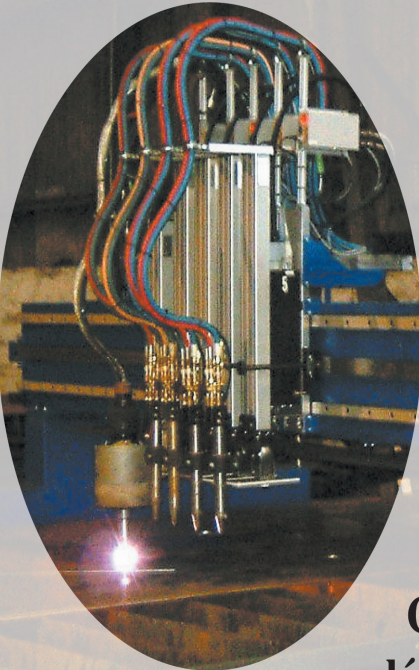
pontjából (áramerősség, feszültség, hegesztési sebesség, sorok közötti hőmérséklet) helyesen meghatározott technológia nem alkalmazható feltétlenül egy 5 mm-es vagy 20 mm-es lemeze annak ellenére, hogy ezt az érvényes anyagvastagság tartományt lefedti a 10 mm-es lemezen lefolytatott eljárásvizsgálat. A 10 mm-es lemezhez alkalmazott, lehűlési sebességet meghatározó paraméterek nem feltétlenül lesznek alkalmasak az 5 mm-es vagy 20 mm-es vastagságú lemeznél a megfelelő ausztenit-ferrit arány eléréséhez.

A technológia vizsgálati szabványok értelmében a hőbevitel adott határon kívüli változtatása az azokban foglaltak szerint új technológia vizsgálatot követel meg.

Szakirodalom:

- [1] MSZ EN 13445-4:2018 - Nem fűtött nyomástartó edények. 4. rész: Gyártás
- [2] MSZ EN13480-4: 2018 - Fémből készült ipari csővezetékek. 4 rész: Gyártás és szerelés
- [3] AD2000 HP2/1:2017 – Procedure Testing for Joining Processes - Procedure Testing for Welded Joints (Part of AD 2000 Code)
- [4] MSZ EN 12952-5:2012 - Vízcsöves kazánok és segédberendezéseik. 5. rész: A kazán nyomással terhelt részeinek gyártása
- [5] MSZ EN-12953-4:2018 - Nagy vízterű kazánok. 4. rész: A kazán nyomással terhelt részeinek gyártása
- [6] Hans Angström (Elga AB): Welding of Duplex Stainless Steel

Gémes Ferenc – Bodor János (TÜV Rheinland Intercert Kft.)



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

**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

LASLINE, NITROCUT, OXYCUT

VÉDŐGÁZOK LÉZERSUGARAS
HEGESZTÉSHEZ ÉS VÁGÁSHOZ

www.messer.hu

MESSER
Cutting Systems

Halász Gábor*

Hol tart ma a lézersugaras vágás?

Az elmúlt időszak legfontosabb fejlesztései

Ebben az évben 50 éves a CNC lézersugaras vágás, ami egy valódi high-tech technológia. A jó vágást meghatározó 50-60 paraméter optimális beállításához a lézergép gyártók igyekeznek az anyagtudomány és technológia legújabb vívmányait, a számítástechnika, a programozás, a szabályozástechnika, a szenortechnika és jelfeldolgozás legfrissebb eredményeit építik be berendezéseikbe. A kerek évforduló alkalmából bemutatásra kerülnek az elmúlt ötven évszázad forrásainak fejlesztésének mérföldkövei, az szén-dioxid lézerek és a szilárdtest lé-

zerek fejlesztéseire vonatkozóan. A lézersugaras vágástechnológiák területén az elmúlt időszakban bemutatott számos fejlesztésből a termelékenység és a minőség fokozását célzó újdonságokat foglaljuk össze. Hol tart ma anyagvastagságok illetve vágási minőség tekintetében a lézersugaras vágás? Részletesen foglalkozunk a lézerteljesítmény növelésében, a sugárparaméterek változtatásában, a direkt dióda lézer alkalmazásában rejlő lehetőségekkel és az automatizálás aktualitásaival az okos gyár megvalósítása felé vezető úton.

sugárvezetése rézből készült különleges bevonattal rendelkező tükröket és ZnSe lencsákat igényel. A berendezésekhez minden esetben nagy teljesítményű hűtőrendszer tartozik. A rezonátorban nagy tisztaságú gázkeverékek gerjesztésével állítják elő a lézersugarat. A gázkeverék legfontosabb alkotó részei a hélium, a nitrogén és a szén-dioxid. A berendezés típusától és gyártójától függően a gázkeverékben az alkotók aránya eltérő lehet. Egyes speciális esetekben más alkotókat is, például szén-monoxidot, oxigént vagy xenont is tartalmaz a keverék.

A szilárdtest lézereknél a sugár előállítását kristályrudak segítségével történik. Ezen lézer egyik típusa az Nd-YAG lézer, amelynek hullámhossza 1,064 μm . A hullámhossz miatt a lézersugár 0,1-1 mm átmérőjű kvarc optikai szálban vezethető, és kvarcból készült lencsékkel fókuszálható. A régebben készült változatokat még villanó fénnel gerjesztik, amelyek 1-2 % hatásfokkal működnek, míg az újabbakat már diódalézerekkel gerjesztik, amelyek hatásfoka lényegesen jobb, 10–20%. Napjaink szilárdtest lézerekre jellemző teljesítménye az 1–6 kW. Jelentőségük a szállélerek megjelenésével rohamosan csökken.

Szállélér (fiberlaser) esetén a lézer médium egy különleges kialakítású kvarcüveg vezeték, amely belső magját az ytterbiummal ötvözött optikai szál diódalézerekkel gerjesztik. A rezonátor szerepét a hajszálnál is vékonyabb optikai szál tölti be. (1. ábra.) A sugárzás hullámhossza 1,070 μm . A szállélerek moduláris felépítésűek, kiváló a sugárminőségük és 30% feletti a hatásfokuk. A vágásra használt lézerforrások teljesítménye 1–40 kW, a fiber sugárforrás maximális teljesítménye elérheti akár a 100 kW-ot is. (2. ábra.)

A koronglézerek (Disk) a nagyteljesítményű lézersugarat egy vékony korongban, dióda lézerekkel végzett gerjesztéssel állítják elő. (3. ábra.) Nagy előnyük, hogy a sugárminőség a teljes teljesítmény tartományban állandó, és nem érzékeny a reflexióra, továbbá egy sugárforrással több gép is üzemeltethető különböző arányú megosztásban (4. ábra.) A koronglézer ki-

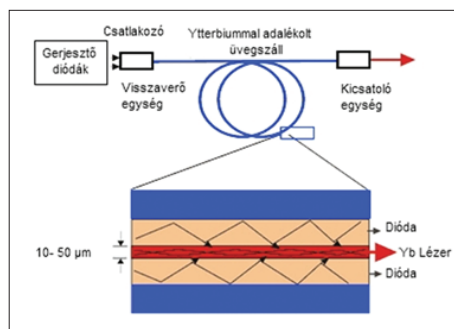
A kezdetek

1967-ben a TWI (The WeldingInstitut) brit kutató intézet, a német Messer Griesheim vállalat és az amerikai Coherent optikai eszközgyártó együttműködésében egy új ipari alkalmazáshoz, lemezvágáshoz fejlesztettek lézereket. A fejlesztés eredményeként más eljárásokkal összehasonlítva a lézerrel lényegesen jobb minőséget értek el, és gyorsabbá vált a lemezvágás. Az első lemezvágásra kifejlesztett prototípus lézert Birmingham-ban helyezték üzembe. Az első CNC lézersugaras vágóberendezést 1970-ben a Messer Griesheim készítette el. Az úttörők után

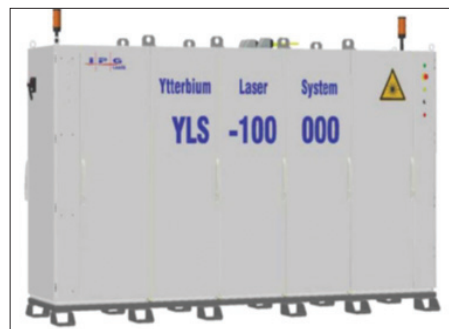
egyre több cég látott fantáziát a lézerek különböző alkalmazásokra történő fejlesztésében. Ezzel elindult egy azóta is páratlan sikertörténet.

Vágás ipari lézerekkel napjainkban

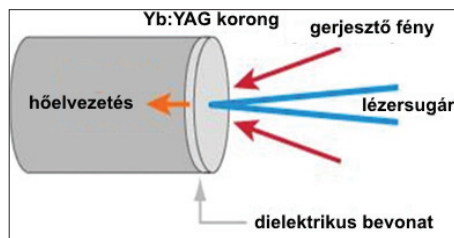
A CO₂ lézerek hullámhossza 10,6 μm , hatásfokuk 5–15%. Az iparban használt különböző típusú és kialakítású gyorsáramlású, lassú áramlású vagy SLAB, CO₂ lézerek általában 2,5–40 kW-os teljesítménytartományban még jelentős szerepet töltenek be a lézersugaras vágás területén. A CO₂ lézerek



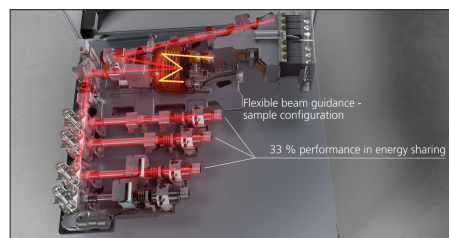
1. ábra. a szállélér működési elve.



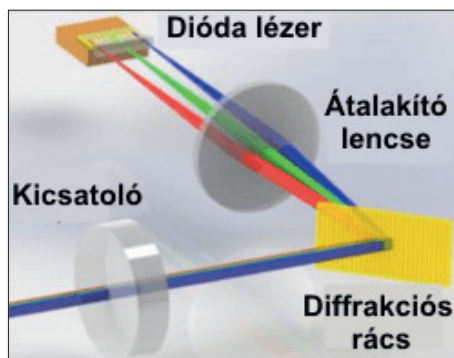
2. ábra. 100 kW szállélér sugárforrás



3. ábra. Koronglézer működési elve



4. ábra. TruDisk kompakt kialakítás 4 kicsatolási ponttal



5. ábra. A diódlézer működési elve

emelkedő sugárminőséget biztosít, és a 15–25% hatásfokú lézerteljesítmény optikai kábelen továbbítható. Maximális teljesítménye több korongos változatban elérheti a 16 kW-ot

A direkt dióda lézer (DDL) lézerforrásánál a nagy teljesítményű diódaötegeket nem gerjesztésre, hanem direkt a nagy energiájú lézer sugár előállítására használják. (5. ábra.) A harmadik generációs, DDL rezonátoros gépek hatásfoka eléri a 45%-ot. A szén-dioxid, fiber és korong lézerekhez képest egy nagyságrenddel jobb felületi minőségben ($R_a = 0,150 \mu m$) végezhető el a vágási feladatok. A jellemző hullámhossz 970 nm, ami a réz és az alumínium ötvözetek jobb megmunkálhatóságát eredményezi. A Mazak OPTIPLEX 3015 DDL lézervágógépe a 4 kW DDL sugárforrással egy új dimenziót nyitott a lézersugaras vágás területén. (6. ábra.)

Ipari lézerforrások fejlődése:

- 1967: TWI - Messer Griesheim - Coherent vágásra kifejlesztett lézer
- 1970: 100 W-os CO_2 lézer első CNC lézervágó berendezés lemezek vágásához
- 1975: néhány W-os szilárdtest lézer (Nd:YAG)



6. ábra. Harmadik generációs lézervágógép DDL sugárforrással

- 1980: 2 kW-os CO_2 lézer
- 1990: 1 kW-os szilárdtest lézer (Nd:YAG) és 5 kW-os CO_2 lézer
- 1995: 3 kW-os szilárdtest lézer (Nd:YAG) és 25 kW-os CO_2 lézer
- 1999: 1 kW koronglézer (Disk)
- 2001: 6 kW-os szilárdtest lézer (Nd:YAG) és 40 kW-os CO_2 lézer
- 2002: 1 kW-os szállézer
- 2005: 4 kW koronglézer (1. Disk);
- 2009: 10 kW-os szállézer
- 2010: 20 kW-os szállézer, 6 kW koronglézer (1. Disk)
- 2011: 50 kW-os szállézer
- 2014: 2 kW-os Direkt Dióda Lézer
- 2016: 4 kW-os Direkt Dióda Lézer
- 2018: 100 kW szállézer
- 2019: 8 kW Direkt Dióda Lézer

A 2009-év meghatározó volt a lézersugaras vágás terén, ekkor jelentek meg a nemzetközi vásárokon az első vágásra kifejlesztett szállézer rezonátorral felszerelt fiber lézervágó berendezések. Ezt követően a fiber lézergépgyártó cégek száma robbanásszerűen emelkedett. Napjainkban több mint száz gyártó kínálja berendezéseit a világban.

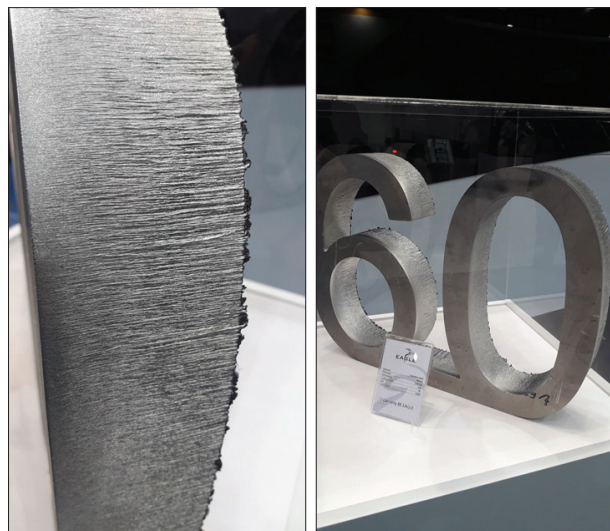
A gépgyártók fejlesztései

A több évtizedes tapasztalattal rendelkező gyártók sok százmillió eurókat költenek évente fejlesztésekre, melyek elsődleges célja a termelékenység és

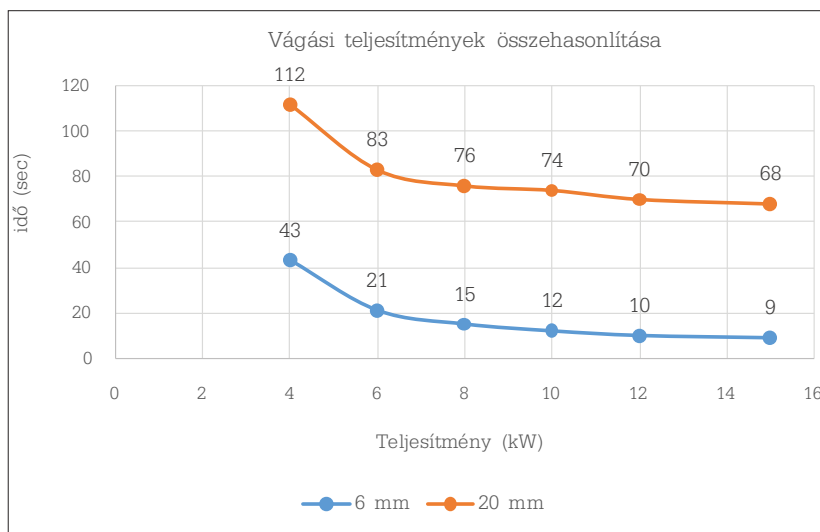
minőség fokozása mellett az automatizálás, a különböző kényelmi szolgáltatások növelése, a vágási paraméterek monitorozása, és a vágástechnológiák integrálása a digitális gyártási folyamatba. Az élenjáró fejlesztők berendezéseinél az automata lemez, fúvóka cserélés, beállítás, autófókusz állítás, a különböző paramétereknek illetve a vágófejoptika szennyezettségének monitorozása széria felszerelésnek számít. A nagyobb gyártók gyakorlatilag évente dobznak piacra új modelleket sokszor egymást gyilkos fejlesztési versenybe hajszolva. Ez az állandó fejlesztési és innovációs kényszer igen nagy feladatot ró a szerviz szakemberekre, akik napra kész tudással kell rendelkezniük a régi és új típusokból is.

A fontosabb fejlesztési irányok:

- szállézer (fiber), koronglézer(disk), direkt dióda lézer (DDL) alkalmazása vágáshoz
- teljesítmény növelés, gyorsabb megmunkálás
- kompozit anyagokból készült gépágyak, szénszálas keresztgerenda
- továbbfejlesztett fogaskerék fogasléc hajtások, lineáris direkt hajtások, párhuzamos kinetikai megoldások, akár 6g gyorsulásokat lehetővé tevő hajtásrendszerek
- gyors adatfeldolgozás és vezérléstechnika,
- egy lencsés vágástechnológia, autófókusz, automata fúvóka csere és beállítás
- folyamatok szenzoros felügyelete, monitor rendszerek a vágás figyeltetésére
- energia takarékos megoldások, új fúvókatípusok kifejlesztése
- új vágófej változatok beépített szenzorokkal



7. ábra. 60 mm-es vágási minta és felülete



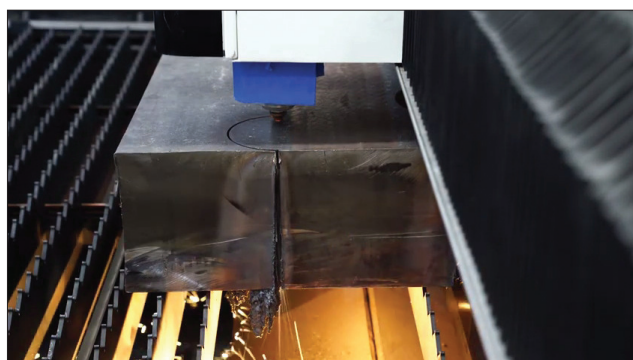
8. ábra. Vágási teljesítmények összehasonlítása

- új szabástervező, gyártástervező és folyamatirányító szoftverek
- felhő alapú szolgáltatások, anyag, műveleti, irányítási adatfolyam kezelés
- automatizálás, moduláris felrakó rendszerek, teljesen automatizált vágó központ
- integrált gyártás, okos gyár koncepciók megvalósítása.

Termelékenység és minőség növelése

Teljesítmény növelés

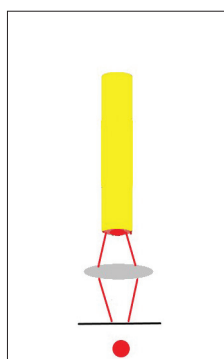
Az egyik fő csapásirány az egyre nagyobb teljesítményű források kifejlesztése. Még tíz éve arról lehetett hallani, hogy a szállézer alkalmazási területe a kisebb teljesítmény (1–3 kW) és vékonyabb, zömében 5 mm alatti lemezvastagságok vágására korlátozódik. Nagyobb vastagságok esetén a szállézer nem versenyképes a CO₂ lézerekkel. Mára ezek a kijelentések teljesen elavultak. Jelenleg ott tart a technika állása, hogy az egyre nagyobb teljesítményű korong és szállézerforrások, lehetővé teszik a vastagabb 20, 30 mm-es vagy akár még vastagabb acél vágását is. Az Euroblech 2018 szakismerőn a legnagyobb teljesítményű berendezés a lengyelországi központú EAGLE Group 15 kW-os fiberlézere volt, amely 60 mm-es korrózióálló acélt vágott a képen látható minőségben. (7. ábra.) A kiállításon különböző teljesítménnyel végzett vágásokat is bemutatnak. Az összehasonlító tesztvágások során ugyanazt az alkatrészt vágták ki 6 mm-es, majd 20 mm-es lemezből különböző teljesítményekkel. A vágási eredmények a 8. ábrán láthatók. A diagrammból megállapítható, hogy az egyre nagyobb teljesítménnyel végzett vágások egyre kevesebb többlet sebességet eredményeztek, a másodpercekért folyik a harc. Az első lépésnél, amikor 4 kW-ról 6 kW-ra növelték a teljesítményt, a vékony lemez esetén 51%-kal nőtt a vágási sebesség, míg 20 mm-es lemez esetében ez csak 26%-os volt. Az utolsó szakaszon a 12 kW-ról 15 kW-ra növelt teljesítmény már alig hozott növekedést a vágási sebességben. Vékony lemeznél 2%-ot míg a vastagnál 1%-ot. Az Eagle 2020-ban piacra dobta a 20 kW-os berendezését, amely 8 mm-es szénacél lemezből 2 másodperccel gyorsabban vágta ki ugyanazt a darabot mint a 15 kW-os. A termelékenység növelése érdekében mérlegelni kell, hogy a



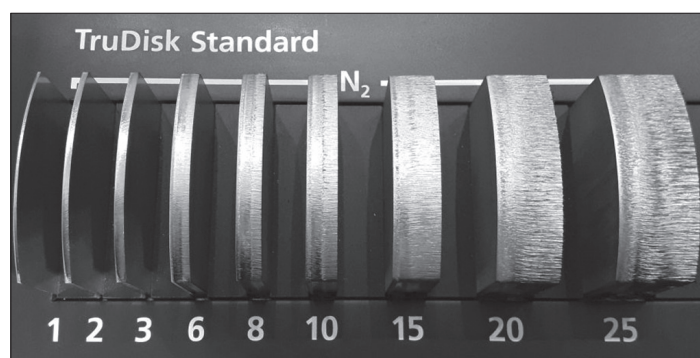
9. ábra. 200 mm-es korrózióálló acéllemez lézersugaras vágása



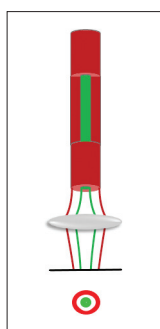
10. ábra A kivágott darab felülete



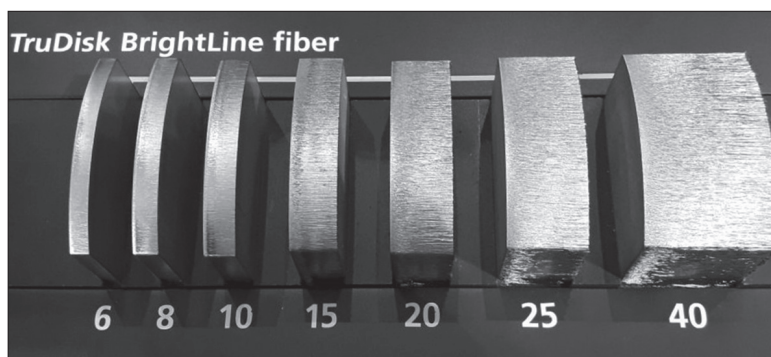
11. ábra. Normál sugárvezetés elve



12. ábra. Standard vágástechnológia minták



13. ábra. BrightLine elve



14. ábra. BrightLine vágástechnológia minták

teljesítmény növelésnek van-e elegendő hozadéka. Nem véletlen, hogy kezdő szinten a berendezések általában 1–4 kW teljesítményűek, míg egy már a lézertechnikában tapasztalatot szerzett, több műszakban termelő vállalkozás az 5–10 kW-os teljesítményű berendezés beszerzését célozza meg. A teljesítmény növelésének akkor van értelme, ha egyre vastagabb anyag (réz, sárgarézt, rozsdamentes acél) megmunkálása, vagy több műszakban nagy sorozatszámú alkatrészek vágása a cél.

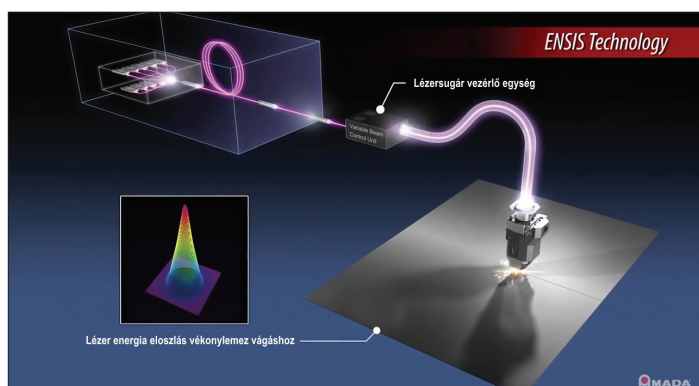
Az utóbbi időben az egyre nagyobb teljesítmény hajszolása a távolkeleti gyártókra jellemző. 2019-ben a kínai HSG 20 kW-os és a szintén kínai BODOR lézergépgyártó 25 kW-os sugárforrással működő berendezést helye-

zett üzembe. Ez utóbbi gyártó 70 mm vastag szerkezeti acélt és 80 mm vastag korrózióálló acélt vágott el. 2020 márciusában a BODOR tovább emelte a tétet, 30 kW fiber sugárforrást tesztelt, amellyel 130 mm vastag korrózióálló acélt vágott, majd szeptemberben 40 kW fiber sugárforrással szerelt gépével elérte a 200 mm vastagságot. A 9. ábrán a vágás folyamat látható, illetve a 10. ábrán a kivágott darab.

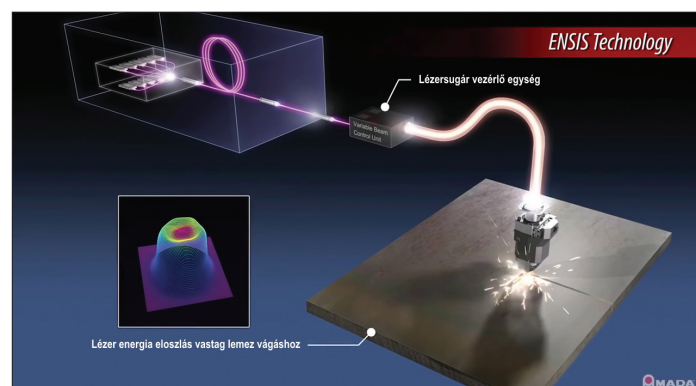
Sugárparaméter változtatás

Egy másik fejlesztési irány, amikor nem a sugárforrás teljesítményének növelésével, hanem a sugárparaméterek megváltoztatásával érik el vágási sebesség növekedését, illetve minőség javulását. Ezt a másik irányt képviseli

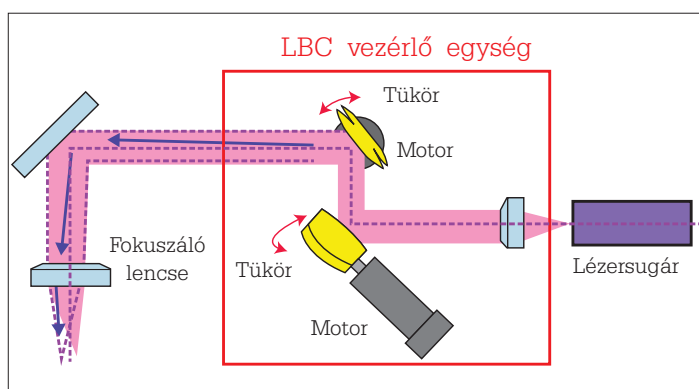
KUTATÁS–FEJLESZTÉS



15. ábra. ENSIS vékonylemez technológia



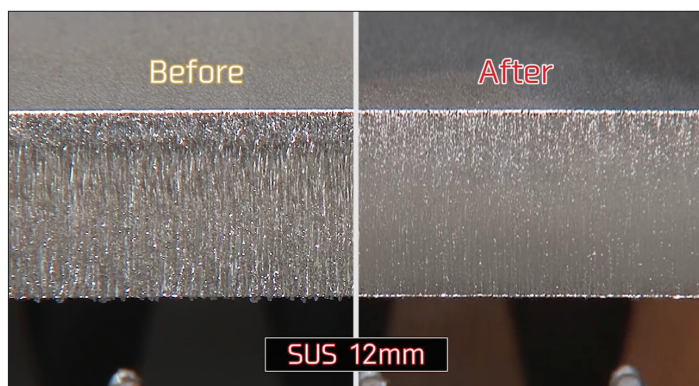
16. ábra. ENSIS vastaglemez technológia



17. ábra. VENTIS technológia elve



18. ábra. VENTIS technológiára jellemző mintázatok



19. ábra. 12 mm-es vágási minták hagyományos vs VENTIS



20. ábra. 20 mm minták hagyományos vs VENTIS

a TRUMPF Bright Line technológiája és az Amada ENSIS és VENTIS technológiája.

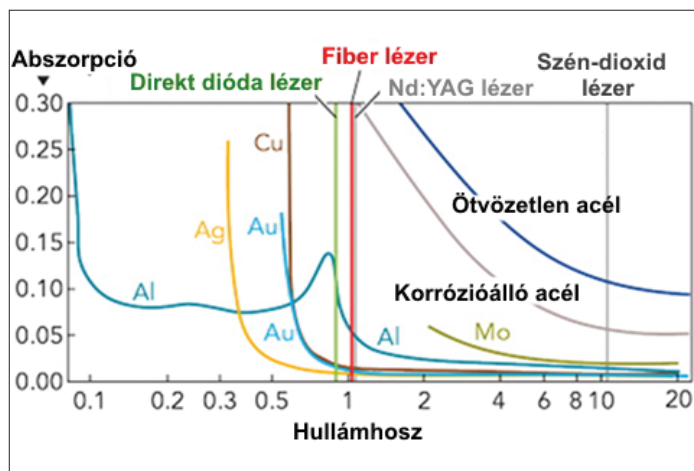
A TRUMPF Tru Disk Standard technológiával végzett vágásnál a hagyományos optikai kábelben vezetett sugarat a lencse egy pontra fókuszálja. A 11. ábrán a normál sugárvezetés elve, a 12. ábrán pedig a standard technológiával elérhető vastagságok és minőségek láthatók. A Bright Line vágástechnológiájának lényege, hogy a lézersugár az anyagvastagságtól függően megosztásra kerül egy koncentrikus 2 az 1-ben optikai szálban (13. ábra.) Vékony lemez vágásánál az optikai szál belső magját (zöld szín) használják, míg vastag lemez vágásához a gyűrűs (piros szín) energiaközvetítést alkalmazzák.

A Bright Line vágásoknál vagy a mag, vagy a gyűrű energiaeloszlás használható. Ezeket kombinálva az adott lemezvastagsághoz és a Bright Line technológiához kifejlesztett megfelelő fűvőkákkal jelentős teljesítmény és minőség növekedést értek el. (14. ábra.)

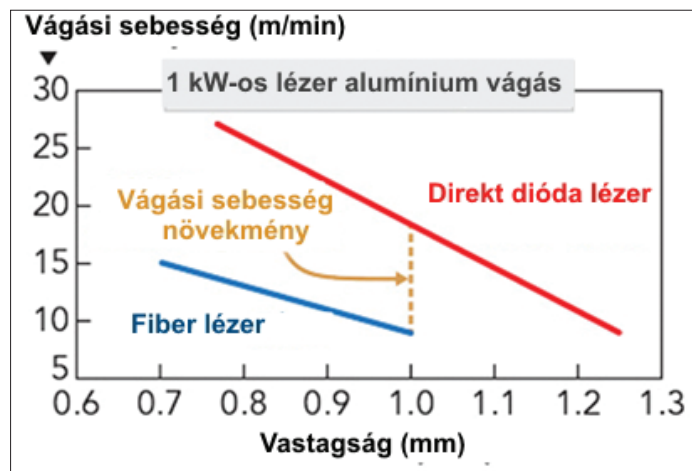
A Bright Line technológia továbbfejlesztett változata a Bright Line Welding amelyben szintén a TRUMPF által kifejlesztett 2 az 1-ben optikai kábelnek van kulcsszerepe. Ebben a változatban már a megosztott sugár kombináltan munkálja meg az anyagot. Különböző arányokban rugalmasan osztható el a sugár teljesítmény a mag és a gyűrű között az alkalmazástól függően. Főleg réz hegesztéseknél értek el kiváló eredményeket.

Az Amada ENSIS 3015AJ új fiberlézere 2015-ben jelet meg. Ennél az eljárásnál a 4 kW-os CO₂ lézer vágási teljesítményét célozták meg egy új, saját fejlesztésű 2 kW-os fiber rezonátorral. Az eljárásváltozat lényege, hogy a nyaláb energia eloszlásának megváltoztatásával érik el a vékony (15. ábra) illetve a vastag (16. ábra) lemez egy lencsével történő megmunkálását. Gyakorlatilag a vékony lemez vágását követően a lézernyaláb energiaeloszlását átállítják a vastag lemeznek megfelelő módba, majd egy automata fűvőcsere, központosítás és a megfelelő vágási program betöltése után már folytathatja a gép a vastag lemez vágását. A következő években az ENSIS gépeknél használt szabályozást 3, 6

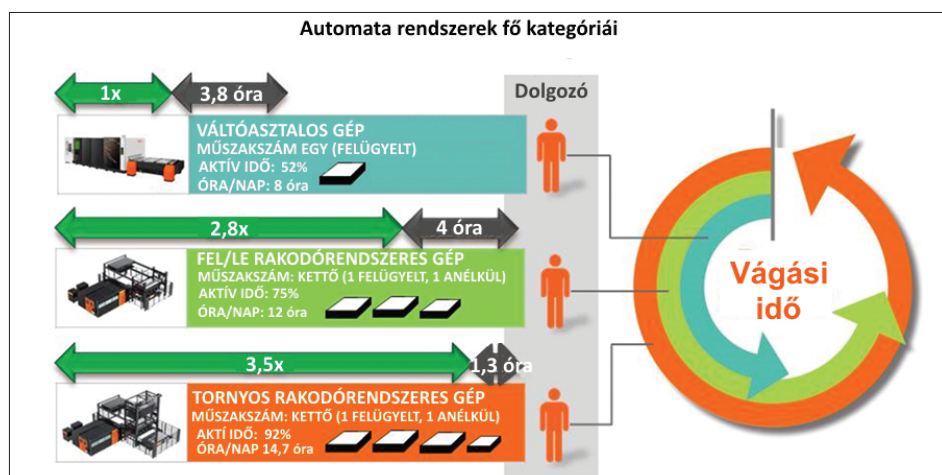
KUTATÁS–FEJLESZTÉS



21. ábra. Lézerek abszorpciója különböző anyagoknál



22. ábra. Vágási sebességek Fiber vs. DDL



23. ábra. Automatizálási kategóriák forrás: MAZAK

és 9 kW-os rezonátorokra is kidolgozta az Amada.

A VENTIS 3015 AJ új fiberlézert 2018-ban ismerhette meg a nagyközönség. Ez egy különleges 4 kW-os fiber lézerforrást használó berendezés. Lényege, hogy egy lézersugár vezérlő egységben (LBC) két galvo-tükör segítségével a lézernyalábot megrezgetik. A különböző frekvenciájú rezgések következtében eltérő mintázatokat képezve dolgozza meg az alapanyagot a lézersugár. A rezgetett nyaláb energia eloszlása TEM-00 amely a rezgéseknek köszönhetően mindig a legnagyobb intenzitással a vastag anyagok vágására is alkalmas.

Az új technológia jellegzetessége, hogy míg a hagyományos lézernyaláb esetében 100 μm széles a vágási rés addig a VENTIS technológiánál ez 2000 μm, ami főleg a vastag anyagokból kivágott alkatrészek könnyebb kiemelését teszi lehetővé. További előny, hogy ezzel a rezgetett nyalábbal 4 kW-os sugárteljesítménnyel a 6–9 kW-os hagyományos fiberlézerrel elérhető vágásteljesítmény érték el. A VENTIS technológiának kö-

szönhetően jelentősen pl. 12 mm-es korrozíóálló acél vágásánál 150%-kal nőtt a vágási sebesség, 50%-kal jobb lett a felületi érdesség és 85%-kal kevesebb lett a szakálképződés. (19. és 20. ábra)

Direkt dióda lézer fejlesztés vágásra

A harmadik kiemelkedő fejlesztési irány az új sugárforrás a direkt dióda lézer fejlesztése. Ezen a területen napjainkban a MAZAK Optonics Corp. által kifejlesztett sugárforrásokkal (4, 6 és 8 kW) működő OPTIPLEX 3015 DDL lézervágók jelenleg iránymutatók. A DDL sugárforrásoknak köszönhetően a szén-dioxid, korong és fiber lézerekhez képest nagyobb hatásfokkal a fiber és korong lézerekhez képest átlagosan 15%-kal gyorsabban és jobb felületi minőségben ($R_a = 0,150 \mu m$) végezhető el a vágási feladatok. A jellemző hullámhossz 970 nm, ami a különböző anyagok lézersugár elnyelő képessége szempontjából jelent különbséget a többi lézerhez képest. (21. ábra.) A rövidebb hullámhossznak köszönhetően a réz és ötvözetek jobban megmunkálhatók és főleg az alumínium esetében jelent nagy különbséget az ab-

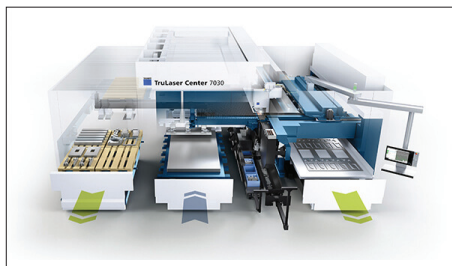
szorpciót illetően, ami vágásoknál jelent nagy ugrást, akár 70–100%-ot a vágási sebességben. (22. ábra.) A fentiek ismeretében a direkt dióda lézerek igen komoly kihívói a jelenleg nagyon népszerű fiber lézereknek.

Termelékenységek növelése automata rendszerek alkalmazásával

Az elmúlt időszak nagy tanulsága, hogy nem elég a vágási sebességet növelni, mert sokszor nem ez a szűk keresztmetszet. Ha a gép végzett a vágással, akkor le kell rakodni, a megfelelő alapanyagot oda kell szállítani, az új lemezt felrakni, a hulladékot el kell szállítani stb. Az automatizálással a mellékidők jelentősen csökkenthetők, a gép kihasználtsága megsokszorozható. Ez a fejlesztési irány kiemelkedő szerepet kapott az utóbbi időben a legtöbb gyártónál. Az automatizálás alapját a megbízható vágási folyamat jelenti. Ebben kulcsszerepe van a megbízható sugárforrásnak, a lézergép részegységeinek, a hajtásoknak, a vágófejeknek, az automata fúvóka cseréknek és be- szabályozásnak, a megfelelő paraméter választásnak, a vágási folyamat monitorozásának és az optimálistól eltérés esetén a paraméterek automata korrekciójának, az adatok feldolgozásának és visszacsatolásoknak, a kiszolgáló rendszerek tökéletes működésének, amelyek biztosítják a folyamatos termelést. Az automatizálásnak különböző fokozatai vannak, amelyek a következők:

Az első lépés az automata váltóasztalos berendezés. Ezzel jó esetben akár 52% tiszta vágási idő érhető el egy munkában. A nyolcórás munkából 3,8 óra nem vágással telik, hanem anyagmozgatással, karbantartással, osztályozással stb. (23. ábra.)

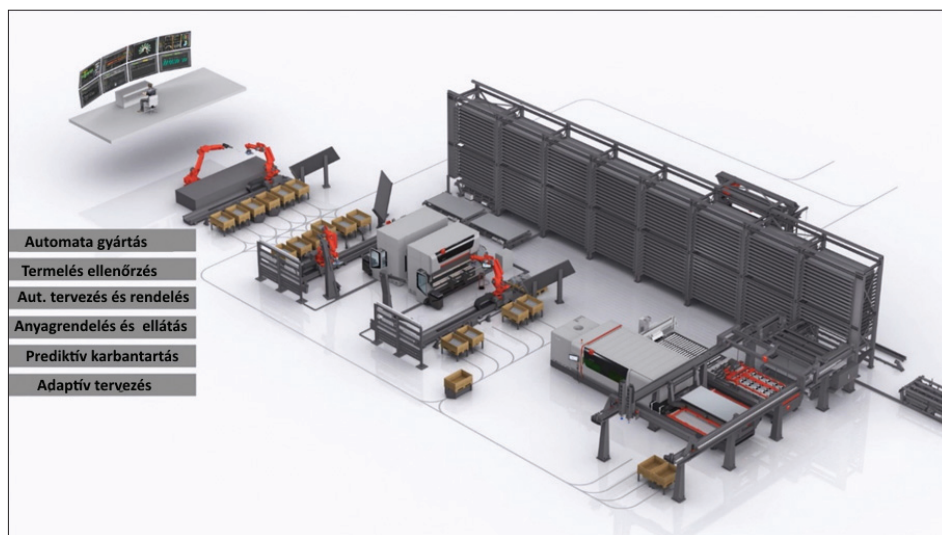
KUTATÁS–FEJLESZTÉS



24. ábra. TruLaser Center 7030 forrás: TRUMPF



25. ábra. Automata lemezraktár rendszer forrás: Salvagnini



26. ábra. Okos gyár koncepció Forrás:Bystronic

A következő szint az automata fel/lerakó rendszerek alkalmazása, amely lehetővé teszi azonos lemezek mozgatását illetve a hulladék eltávolítását. Itt a vágás hatékonyság elérheti a 75%-ot. Két műszakos munkarendben ez 8 óra tiszta vágási időt jelent. Egy operátor elvégezheti a feladatait egy műszakban és előkészítheti a második műszakot is ahol a gép automatán végzi a feladatait. A gép kihasználtsága az előzőhöz képest 2,8 szoros.

A következő automatizálási szint a torony rendszerű lemezraktározó és fel/lerakó rendszerek alkalmazása. Az ilyen típusú rendszerek különböző alapanyagú és vastagságú lemezek kezelését is lehetővé teszik. Ezen rendszerek 2 vagy akár 3 műszakos üzemelésre is alkalmasak, a kiszolgálásra és felügyeletre pedig elegendő egy operátor. Optimális esetben 92%-os lehet a tiszta vágási idő egy 2 műszakos munkarendben. Ebben a változatban 3,2 szoros gépkivhasználtság is elérhető az automata váltóasztalos változathoz képest.

Az automatizálás mértékének növelésével jelentősen nő a gépek kihasználása, amint az a MAZAK által készített összefoglaló elemzés szemléltető infografikán (23. ábra.) látható.

A TRUMPF Tru Laser Center 7030 egy jó példája annak az automatizálási fejlesztési iránynak, amely a lemez rakodási idők mellett a mellékidők csökkentésével valamint az alkatrészek leválogatását egy folyamatba integrálva jelentős 53%-os megmunkálási időt és 30%-os gyártási költség csökkenést eredményezett. A Tru Laser Center 10×10 m területen a lemezfeltöltést követően képes több műszakon keresztül önállóan végezni a feladatát, amelynek eredményeként a raklapokra vagy dobozokba leválogatott alkatrészek kerülnek elszállításra a következő munkafeladathoz. Ez a berendezés számos újdonságot, innovatív megoldást tartalmaz, amely a kis alkatrészek szelektálását, a nagyobb alkatrészek vágás közbeni folyamatos biztonságos eltávolítását és leválogatását végzi.

Az automatizálás következő szintje, amikor akár több száz különböző anyagú és vastagságú lemez tárolására alkalmas automata rakodórendszerrel ellátott lemezraktár szolgál ki egy vagy több lemezvágó gépet. Az ehhez hasonló rendszerekkel megvalósítható a folyamatos termelés, amely fontos eleme a nagy termelékenységű biztosító „okos” gyáraknak.

„Okos” gyárak – ahol a vezérlőteremben dolgozó minimális létszámú operátor a mesterséges intelligenciával támogatott különböző adatfeldolgozó, folyamatirányító szoftverek segítségével felügyeli az automata integrált termelést, a megrendeléseket, a raktárfeltöltést, a készleteket, az anyagmozgatást, a feldolgozást, a csomagolást, a kész termék kiszállítását, a tervezett vagy nem tervezett gépkarbantartásokat, a termelés rugalmas átcsoportosítását stb. Az okos gyárak jellemzői a nagy mennyiségű adatfeldolgozás, a megbízható gyártóegységek, az állandó kommunikáció az egyes egységek között, az átláthatóság, a moduláris felépítés, a skálázhatóság, a folyamatos és rugalmas alkalmazkodás a változó körülményekhez és helyzetekhez. Egy ilyen okos-gyár koncepciót láthatunk a 26. ábrán, ahol egy nagy teljesítményű lézervágó, két élhajlító és egy hegesztő részleg robotok és szellemkocsik segítségével dolgozza fel a lemezeket.

A digitalizáció és az ipar 4.0 célkitűzései között dobogós helyen szerepel az okos gyárak megvalósítása. Az első okos gyárak csírái már megjelentek a világban. A TRUMPF Smart Factory Chicagó-ban 2018-ban nyitotta meg okos gyárát. Az itt szerzett tapasztalatok nagymértékben hozzájárulnak az okos gyár elemeinek fejlesztéséhez, a megbízhatóság növeléséhez, a fenntarthatóan gazdaságos és környezetkímélő termelés megvalósításához. A jövőben egyre több ilyen okos gyár megjelenése várható nem csak a lemezmegmunkálás, hanem az additív gyártás és egyéb területeken is.

Összefoglalás

A kerek évforduló alkalmából bemutatásra kerültek az elmúlt ötven év sugárforrás fejlesztéseinek főbb állomásai, a szén-dioxid lézerek, a szilárdtest lézerek fejlesztései. Bemutatásra került, hogy hol tart napjainkban a megmunkálható anyagvastagságok illetve vágási minőség tekintetében a lézersugaras vágás. Részletesen tárgyalta a cikk a lézerteljesítmény növelésében, a sugárparaméterek változtatásában, a direkt dióda lézer alkalmazásában rejlő lehetőségeket, és bemutatja az eddigi eredményeket. Külön foglalkozik az automatizálás aktualitásaival, a gépkivhasználtság növelésének lehetőségeivel, valamint az okos gyárak feladataival és megvalósíthatóságával.

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

Felhasznált irodalom és források:

- [1.] Direct diode lasers for industria laser-cutting: a performance comparison with conventional fiber and CO₂ technologies- G. Costa Rodrigues, H. Vanhove, J.R. Duflou - 8th International Conference on Photonic Technologies LANE 2014 - Pysics Procedia 56 (2014) page 901-908
- [2.] Ipari lézerek Magyarországon- előadás a IV Ipari Lézer Alkalmazási Szeminárium (ILAS) –2014.11.12.
- [3.] Nagyteljesítményű ipari lézerek, újdonságok, fejlesztési irányok- Halász Gábor Hegesztéstechnika XXVI évfolyam 2015/4 43-48 oldal
- [4.] Lézersugaras megmunkálások és védőgázos hegesztési eljárások újdonságok, érdekességek- válogatás a Schweissen und Schneiden és EUROBLECH 2017 kiállítások újdonságaiból.- Halász Gábor - előadás Messer Innovációs Fórum 2017.11.30
- [5.] Hegesztés, vágás és additív technológiák újdonságok, fejlesztési trendek – Halász Gábor – előadás Messer Innovációs Fórum 2018.11.27.
- [6.] 2020 Laser Cutting Trends and Market Analysis - Jimmy Views- <https://www.stylecnc.com/industry-news/laser-cutting-trends-market-analysis.html>
- [7.] The 6 top laser cutting trends of 2019 - <https://www.subconlaser.co.uk/the-6-top-laser-cutting-trends-of-2019/>
- [8.] Fiber Laser vs Thin Disk and CO₂ - <http://jmtusa.com/fiber-laser-vs-thin-disk-and-co2/>
- [9.] Five Laser-Cutting Trends of 2019 - The future of laser-cutting technology is here with these five trend sleading the way. -Marc Lobit- <https://www.mazakoptonics.com/news-events/blog/five-laser-cutting-trends-of-2019/>
- [10.] <https://www.fmbtne.com.sg/the-viability-of-direct-diode-laser-technology-for-laser-cutting/>
- [11.] www.trumpf.com
- [12.] www.amada.com
- [13.] www.bystronic.com
- [14.] www.mazak.com
- [15.] www.bodor.com

Szerkesztette
*Halász Gábor

EWE/IWE hegesztő szakmérnök
MesserHungarogáz
hegesztés vágás szaktanácsadó

Hőcserélő csövek vizsgálata DUET és DOLPHIN G3 készülékekkel



MÁTRA
diagnosztika
Anyagvizsgáló Kft.

Fázisvezérelt ultrahangos vizsgálat- TOFD módszer



Röntgensöves
csőbenjáró 6"-18"



Csővezetékek nagy hatótávolságú ultrahangos vizsgálata



Helyszíni Digitális Radiográfiai vizsgálat

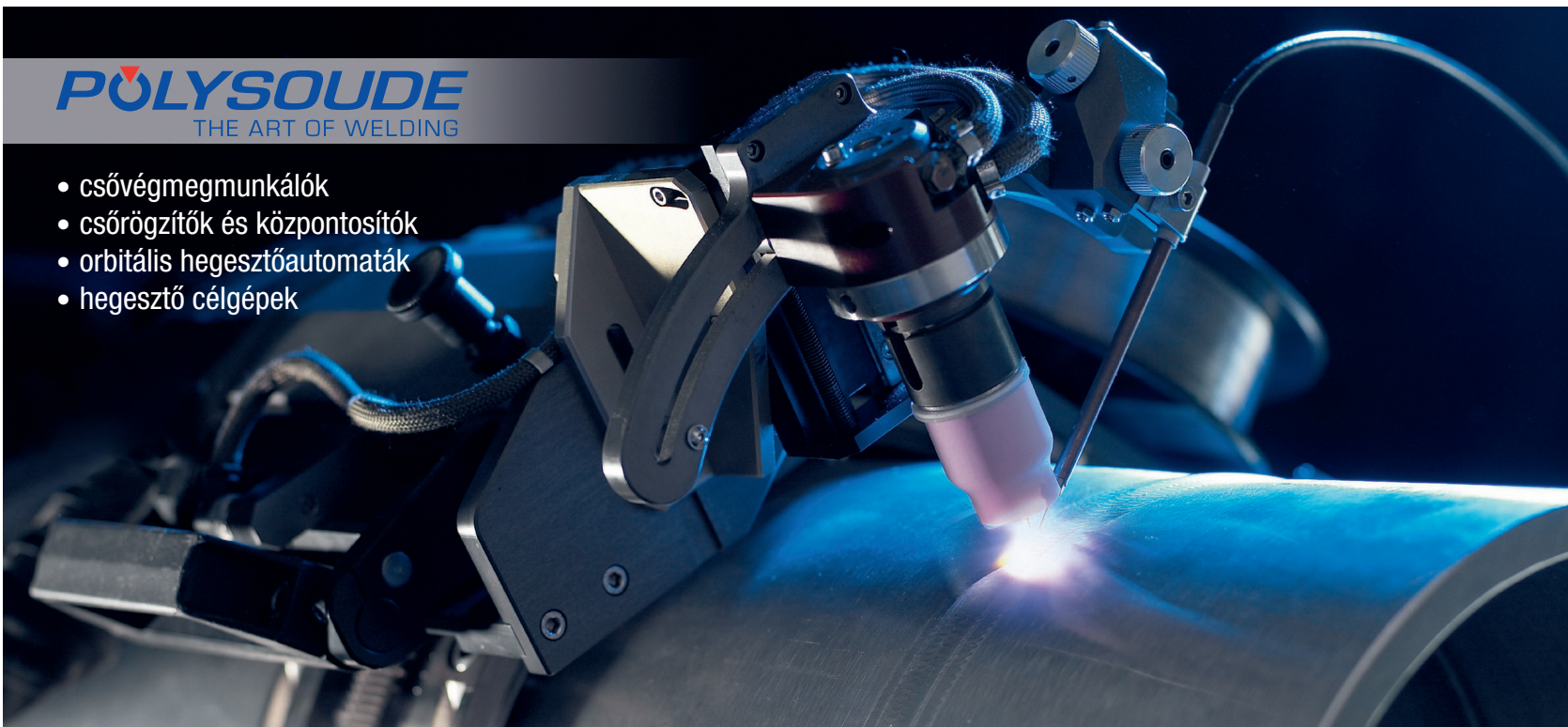


Elérhetőség:

3200 Gyöngyös Jókai út 55.
info@matradiagnostika.com
Tel.: 37-313-338
Fax: 37-500-338

www.matradiagnostika.com

- csővégmegmunkálók
- csőrögztítők és központosítók
- orbitális hegesztőautomaták
- hegesztő célgépek



POLY
WELD

értékesítés • szerviz • gépkölcsönzés

POLYWELD Kft. 2111 Szada, Dózsa György út 5.

Telefon: (+36) 20 298 8708 Tel/Fax: (+36) 28 404 904

Internet: www.polyweld.hu E-mail: polyweld@polyweld.hu

- hegesztőgépek
- plazmavágók
- lemezélmárók
- mágnes talpas fűrőgépek
- forgató berendezések
- csőprések
- fényre sötétedő hegesztőpajzsok



ewm®

Szabó József*

A hegesztés minőségirányítási követelményeire vonatkozó ISO 3834 korszerűsítése

Az irányítási rendszerek

A minőségirányítási rendszereket szinte a világ összes országában alkalmazzák. A megrendelő – az esetek többségében – megköveteli, ellenőrzi annak meglétét. A gyártó az ISO 9001 szerint kiépített rendszere, illetve legtöbbször annak független tanúsító szervezet által kiállított tanúsítványa birtokában igazolja a felkészültségét arra, hogy az általa gyártott termékek rendszeresen megfelelnek a minőségi követelményeknek, továbbá hogy folyamatainak hatékonyságát állandóan fejleszti.

Az ISO 9001 legutóbbi, 2015 évi kiadásának középpontjában a teljesítmény áll, melyet a kockázatalapú gondolkodásmód alapelveivel és a PDCA-[Plan – Do – Check – Act; (Tervezés – Megvalósítás – Ellenőrzés – Intézkedés)] ciklus módszereivel ötvözték. A jelentősebb változások a következők voltak:

- alapvető fontosságú követelményként jelent meg a szervezet és környezetének, valamint az érdekelt felek szükségleteinek és elvárásainak megértése;
- hangsúlyosabbá vált a vezetőség szerepvállalása, elszámoltathatósága a rendszer eredményességéért;
- követelmény lett a tervezett eredmények eléréséhez kapcsolódó kockázatok és lehetőségek meghatározása;
- a célokra és a teljesítmény értékelésére egyértelmű követelményeket kell megállapítani;
- a dokumentált információ kifejezés felváltotta a dokumentumokat és a feljegyzéseket.

Az irányítási rendszerek szabványainak (ISO 14001, ISO 45001, ISO 50001 stb.) szerkezetét és szakkifejezéseit is egységesítették az ISO 9001 korszerűsítése kapcsán. Ennek köszönhetően jelentősen egyszerűsödött az integrált irányítási rendszerek kiépítése, működtetése és tanúsítása. Az azóta elkészült szakmaspecifikus irányítási rendszerekre vonatkozó szabványok, mint a vasúti gyártásra és szolgáltatásra vonatkozó ISO/TS 22163 vagy az

atomenergia-ellátásra vonatkozó ISO 19443 is ebben a szerkezetben készült el, és tartalmazzák az ISO 9001 változtatás, kiegészítés nélkül alkalmazható szakaszait és megkülönböztető módon a specifikus kiegészítéseket vagy módosításokat. Így egyszerűbbé vált a szakmai sajátosságoknak megfelelő irányítási rendszer kiépítése és a specifikus irányítási rendszerek és az ISO 9001 együttes alkalmazása, a szakmai felkészültség igazolása.

Az ISO 3834 szabványsorozat

Az ISO 9001 szabványnak megfelelő irányítási rendszer általános keretet ad a szervezet teljes működésére és a szervezet egyes folyamataira is. A különböző folyamatok, a termék-, a gyártástervezés, maga a gyártási folyamat, annak ellenőrzése, a termék rendeltetésszerű alkalmazása tengerenyi szabvány, előírás alkalmazásával történik. Különösen igaz ez hegesztés esetén, hiszen a hegesztett kötések minőségének biztosításával kapcsolatban sok szabvány alkalmazható. Az ISO 3834 szabványsorozat tartalmazza a hegesztőszervezetre vonatkozó követelményeket és egy rendszerbe foglalja a hegesztés minőségbiztosításával kapcsolatos követelményeket és szabványokat.

Az ISO 3834 szabványsorozat nem irányítási rendszer szabvány, hanem a hegesztőszervezet felkészültségére vonatkozó követelményeket adja meg három szinten, hogy az eltérő alkalmazásra szánt hegesztett szerkezetet gyártók esetén a szükséges szintű felkészültség igazolására lehetőséget adjon. Ennek ellenére az ISO 3834-1 6. „Az ISO 3834-et kiegészítő minőségirányítási rendszerben figyelembe veendő folyamatok” című fejezete az ISO 9001 szerinti, a hegesztőszervezetben az ISO 3834 szerint alkalmazandó folyamatokat, elemeket és követelményeket sorolja fel. Az ISO/TR 3834-6 az irányítási rendszer szabványokból átvett, a hegesztésre átfogalmazott PDCA ábrát tartalmaz és az 5.4. szakasza szerint az ISO 9001 helyett az ISO

3834-et célszerű alkalmazni. Az ISO 9001 egy minőségirányítási szabvány, amely helyett esetleg egy másik minőségirányítási szabványt lehet alkalmazni.

Az ISO 3834 szabványsorozat korszerűsítése

A 2015-ben megjelent ISO 9001-gyel szemben az ISO 3834 szabványsorozat legfontosabb részei 2005 és 2007 között jelentek meg, azóta nem voltak korszerűsítve a 2015-ben kiadott 5. rész kivételével, amely viszont csak az ISO 3834-gyel együtt alkalmazandó szabványok listáját tartalmazza.

Az ISO/TC 44 Hegesztés és Rokon eljárások Nemzetközi Szabványosító műszaki Bizottság végre munkába vette az ISO 3834 szabványsorozat korszerűsítését, és van arra lehetőség, hogy már a következő évben megjelenik az új kiadás. Az ISO 3834 szabványsorozat korszerűsítése a rendelkezésre álló szabványtervezetek alapján a teljes átdolgozás helyett csak az ISO 3834 gyors „leporolására” terjed ki. A korszerűsítés során szerkesztési felülvizsgálatra, a hivatkozások korszerűsítésére és néhány kisebb változtatásra kerül sor. A korszerűsítés célja az is, hogy az ISO 3834 az ISO 9001 2015. évi kiadásával és a kapcsolódó, 2005 óta megváltozott hegesztési szabványokkal (pl. ISO 14731, ISO 15614-1, ISO 9606-1) összhangba legyen hozva.

Az ISO 3834 szabványsorozat első része a 2., 3. és 4. rész szerinti teljeskörű, általános és alapvető minőségirányítási követelmények kiválasztásának feltételeit tartalmazza. Az ISO 3834-1 tervezetének szerkezete és szövegének jelentős része nem változik meg. A legtöbb változást a 6. „Az ISO 3834-et kiegészítő minőségirányítási rendszerben figyelembe veendő folyamatok” fejezet tartalmaz, amelyben a minőségirányítási folyamatokat és elemeket az ISO 9001:2015-nek többé-kevésbé megfelelően korszerűsítették, de például nem alkalmazták a dokumentum és a feljegyzés helyett a dokumentált információ kifejezést.

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

MSZ EN ISO 3834-1:2006	Fémek ömlesztőhegesztésének minőségirányítási követelményei. 1. rész: A minőségirányítási követelmények megfelelő szintjének kiválasztási feltételei (ISO 3834-1:2005)
MSZ EN ISO 3834-2:2006	Fémek ömlesztőhegesztésének minőségirányítási követelményei. 2. rész: Teljes körű minőségirányítási követelmények (ISO 3834-2:2005)
MSZ EN ISO 3834-3:2006	Fémek ömlesztőhegesztésének minőségirányítási követelményei. 3. rész: Általános minőségirányítási követelmények (ISO 3834-3:2005)
MSZ EN ISO 3834-4:2006	Fémek ömlesztőhegesztésének minőségirányítási követelményei. 4. rész: Alapvető minőségirányítási követelmények (ISO 3834-4:2005)
MSZ EN ISO 3834-5:2015	Fémek ömlesztőhegesztésének minőségirányítási követelményei. 5. rész: Az ISO 3834-2, az ISO 3834-3 vagy az ISO 3834-4 szerinti minőségirányítási követelményeknek való megfeleléshez szükséges dokumentumok (ISO 3834-5:2015)
ISO/TR 3834-6:2007	Fémek ömlesztőhegesztésének minőségirányítási követelményei. 6. rész: Irányelvek az ISO 3834 bevezetéséhez
MSZ EN ISO 14001:2015	Környezetközpontú irányítási rendszerek. Követelmények alkalmazási útmutatóval (ISO 14001:2015)
MSZ ISO 19443:2019	Minőségirányítási rendszerek. Az ISO 9001:2015 alkalmazásának egyedi követelményei az atomenergia-ellátási láncban, a nukleáris biztonság szempontjából fontos (ITNS-) termékeket és szolgáltatásokat szállító szervezetek számára
MSZ ISO/TS 22163:2017	Vasúti alkalmazások. Minőségirányítási rendszerek. A vasúti szervezetek üzleti irányítási rendszerének követelményei. Az ISO 9001:2015 és a vasúti ágazatban alkalmazandó kiegészítő követelmények
MSZ EN ISO 14554-2:2014	Hegesztéssel kapcsolatos minőségkövetelmények. Fémek ellenállás-hegesztése. 2. rész: Alapvető minőségügyi követelmények (ISO 14554-2:2013)
MSZ EN ISO 14554-1:2014	Hegesztéssel kapcsolatos minőségkövetelmények. Fémek ellenállás-hegesztése. 1. rész: Teljes körű minőségügyi követelmények (ISO 14554-1:2013)
MSZ EN ISO 14922-1:2000	Termikus szórás. Termikusan szórt szerkezetek minőségi követelményei. 1. rész: Kiválasztási és alkalmazási útmutató (ISO 14922-1:1999)
MSZ EN ISO 14922-2:2000	Termikus szórás. Termikusan szórt szerkezetek minőségi követelményei. 2. rész: Átfogó minőségi követelmények (ISO 14922-2:1999)
MSZ EN ISO 14922-3:2000	Termikus szórás. Termikusan szórt szerkezetek minőségi követelményei. 3. rész: Mértékadó minőségi követelmények (ISO 14922-3:1999)
MSZ EN ISO 14922-4:2000	Termikus szórás. Termikusan szórt szerkezetek minőségi követelményei. 4. rész: Alapvető minőségi követelmények (ISO 14922-4:1999)
MSZ EN ISO 14731:2019	Hegesztési felügyelet. Feladatok és felelősség (ISO 14731:2019)
MSZ ISO 45001:2018	A munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszere. Követelmények alkalmazási útmutatóval
MSZ EN ISO 50001:2019	Energiagazdálkodási irányítási rendszerek. Követelmények alkalmazási útmutatóval (ISO 50001:2018)

A közleményben említett szabványok érvényes (ha van) magyar kiadásai

Az ISO 3834-2, -3 és -4 tartalmazza a különböző szintű minőségirányítási követelményeket. Az általános változások mellett a szabványsorozat 2. és 3. részének tartalma csak a 16. „A mérő-, ellenőrző és vizsgálóberendezések kalibrálása és érvényesítése” című fejezet tartalmán szándékoznak jelentősebb mértékben változtatni. A szabványtervezetek szerint a gyártó felelős a mérő-, ellenőrző-vagy vizsgálóberendezések kalibrálásáért és validálásáért. A WPS szerinti munkavégzés igazoló ellenőrzésére kalibrált mérő-, ellenőrző- vagy vizsgálóberendezést kell használni. A hegesztőberendezés kalibrálása vagy validálása nem mentesíti a gyártót a WPS szerinti munkavégzés igazoló ellenőrzésének felelőssége alól.

A szabványsorozat 5. része az ISO 3834-gyel együtt alkalmazandó szabványok felsorolását tartalmazza. A hivatkozások szerencsére évszám nélküliek, így a korszerűsítés célja, hogy az 5. rész kiegészüljön az ívhegesztéssel, az elektronsugaras, a lézersugaras és a gázhegesztéssel kapcsolatos szabványok mellett más hegesztési eljárások, például a hibrid lézer-ívhegesztés szabványaival, és ezzel több hegesztési eljárásra kiterjeszteni az ISO 3834 alkalmazási területét.

A szabványsorozat 6. részét, az ISO/TR 3834-6-ot érdeklődés hiányában az MSZT eddig nem vezette be magyar szabványként, pedig értékes útmutatót tartalmaz az ISO 3834 alkalmazásához és a gyártó igényeinek megfelelő minőségirányítási szint kiválasztásához.

Napjainkban az ISO/DTR 3834-6:2020 van a legközelebbi állapotban a kiadáshoz. Második kiadásának tervezete követi a szabványalkotás „klaszszikus” szerkezetét:

- rögzíti a dokumentációs követelményeket az ISO 9001 2015 előtt érvényes megközelítésének szellemében,
- „összefoglalja” az ellenőrzés folyamatát,
- minőségirányítási követelményeket rögzít,
- kitér a fontosabb dokumentumtípusokra, ezzel egységesíti azok elnevezését, de ugyanakkor ezek al-

kalmazására kényszeríti a hegesztőszervezeteket, szemben az ISO 9001-ben használt általános terminológiával, amely szabadteret enged a dokumentumtípusok elnevezésének,

- taglalja a hegesztési felügyeletet, mint szervezetet és annak feladatait, az ISO 14731 új kiadásával összhangban,
- a mellékletben nagyszámú egyedi példát dolgoz fel.

Az ISO 3834 korábbi kiadásában a személyi feltételek teljesítése esetén a Nemzetközi Hegesztés Intézete (IIW) diplomáit preferálta. Ezt a versenyellenes utalást törölték a jelenlegi tervezetből.

Az ISO 14731 új kiadása kellő részletességgel beépült az ISO/DTR 3834-6-ba.

A 6. részt a korábbiakhoz képest kiterjesztették egyéb hegesztési eljárásokra is a következő szabványok alapján:

- MSZ EN ISO 14554 Hegesztéssel kapcsolatos minőségkövetelmények. Fémek ellenálláshegesztése.
- MSZ EN ISO 14922 Termikus szórás. Termikusan szórt szerkezetek minőségi követelményei.

A gazdasági élet szereplői rendkívül heterogének. Eltérőek a méretek, a minőséggel összefüggő követelmények, a személyi felkészültség, a kockázatok. A tervezet kitér a vállalat-csoportokra, nagy vállalatokra, valamint a mikro-vállalkozásokra is. Rögzít egy minimumot, de megpróbál alkalmazkodni a személyi, tárgyi, szabályozásbéli sokféleséghez. Ezt nehéz maradéktalanul megoldani, hiszen nem lehet minden igényre megoldást adni még egy szabványsorozatban sem.

Összefoglalás

A gyártók ma már úgy fejlesztik az irányítási rendszerüket, hogy lehetőleg egy rendszerbe integrálják a minőség-, a környezetközpontú, az energiagazdálkodási és a munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszerét (stb.), kihasználva a szabványok közös szerkezetét és az átfedéseket.

Furcsa az ISO 3834 szerinti megközelítés, hogy az általános (ISO 9001 szerinti) rendszer egészíti ki a specifikusát, (hiszen az ISO 9001-et bármely szervezet, így a hegesztőszervezetek is alkalmazhatják, míg az ISO 3834 csak a hegesztési tevékenységekre alkalmazható). Az ISO 3834-1 6. fejezete nem nyújt elegendő segítséget a hegesztőszervezetek számára ahhoz, hogy hogyan illesszék irányítási rendszerükbe a hegesztésre vonatkozó, az ISO 3834-ben megjelenő sajátos követelményeket.

Napjainkban minden hegesztőszervezet rendelkezik általában az ISO 9001 szerinti minőségirányítási rendszerrel, amely mellett az ISO 3834-nek való megfelelésségüket is igazolniuk kell. Az ISO 3834 egyeztetés alatt lévő tervezete sincs igazán összhangban az új irányítási rendszerszabványok megközelítésével és szerkezetével. Úgy is fogalmazhatunk, hogy az irányítási rendszerszabványok evolúciója nem érintette az ISO 3834-et, így az megrekedt a 90-es évek fejlődési szintjén. A többi szakmaspecifikus irányítási rendszerszabványhoz hasonlóan az ISO 3834-2, -3 és -4 szerkezetének és szövegének is meg kellene egyeznie az ISO 9001-gyel, kivéve azokat a szakaszokat, amelyeket a hegesztés sajátosságai miatt ki kell egészíteni vagy módosítani szükséges. Az ilyen alapon átdolgozott ISO 3834 jelentősen megkönnyítené a hegesztőszervezetek irányítási rendszerének kiépítését, működtetését és felkészültségük igazolását.

Ha megjelenik az ISO 3834-nek a tervezetek szerinti új kiadása, nagy előnye lesz, hogy az előző kiadáshoz képest sok változást nem fog hozni a hegesztőszervezetek számára. Az MSZT az ISO 3834 szabványsorozat megjelenése után az érdekeltek támogatásával igyekezni fog, hogy a lehető leggyorsabban kiadja a magyar nyelvű változatukat, beleértve az ISO/TR 3834-6 magyar nyelvű kiadását is, hogy elősegítse a hazai hegesztőszervezetek piaci versenyképességének megtartását.

**Szabó József, főosztályvezető Magyar Szabványügyi Testület*

LORCH
smart welding

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.

További információ az Ön helyi Cobot-partnerétől:

Kelet-Magyarország:
RECHNEN
www.rechnen.hu

Közép-Magyarország:
HEINBO
www.heinbo.hu

Nyugat-Magyarország:
LrCH
www.lrch.hu

www.lorch-cobot-welding.com

ONLINE CLOOS HEGESZTÉSI AKADÉMIA

CLOOS
MAGYARORSZÁG



Regisztráljon!
Tanuljon!
Fejlődjön!
www.cloos.hu

11 részes online szakmai előadássorozatot indítunk. Hegesztési eljárásváltozatok, automatizálás versenyelőnyei, digitalizáció a hegesztéstechnikában, offline programozás, szenzorrendszerek, virtuális Cloos gyárlátogatás és minden, ami hegesztés.

CLOOS
MAGYARORSZÁG

Crown International Kft.
2142 Nagytarcsa
Alsó Ipari krt. 6.G.
+36 28 200 280
info@cloos.hu
www.cloos.hu

A CLOOS Akadémia egy exkluzív, online szakmai rendezvénysorozat. Bővebb információért keresse fel weboldalunkat!

www.cloos.hu

PLYMOVENT®

clean air at work

- piacvezető
- szakértő
- állandó
- tapasztalt
- megbízható

**20 éve Magyarországon
a hegesztési füstelszívásban**

www.plymovent.hu

AC PLYMOVENT Kft.

2132 Göd Pozsonyi u. 15.
tel: 06 27 530 300 fax: 06 27 530 309
mail: informaciokeres@plymovent.hu

Horváth Csongor Márk*

Többrétegű varratok modell alapú TIG-hegesztése

Bevezetés

Az automatizált hegesztőrendszerek nagy részét az autópálya tömeggyártására fejlesztették ki, ennek ellenére egyre nagyobb hangsúlyt kaptak az utóbbi években a kis- és közép-vállalkozásokban is. A hegesztőrobotos rendszerek minőségi- és hatékony megoldásokat nyújtanak az általános hegesztőipar számára, bár térnyerésük a hosszú üzembe helyezés miatt korlátozott, és kis sorozatgyártás esetén még mindig a kézi hegesztés a domináns.

A vastag lemezes munkadarabok ív-hegesztése, mint például a nagy teljesítményű Francis-turbina lapátjai [1] vagy nagyméretű csőszerkezetek [2], általában a munkadarab bonyolult geometriája miatt alacsony ismételhetőségű feladat és többrétegű hegesztést igényel [3]. Ennek automatizálása nem minden esetben gazdaságos, viszont széleskörű kutatás folyik azért, hogy ezt a problémát megoldják [4]. A folyamat tervezése során klasszikusan a hegesztési varratsorok leegyszerűsítve, sematikusan kerülnek meghatározásra, majd azok pozíciójának pontosítására a folyamat finomhangolása kerül sor.

Ahogy az 1. ábra bal oldalán látható számos, a többrétegű hegesztést tervező alkalmazás a töltősorok keresztmetszetét négyszögekké egyszerűsítve kezeli, melyek csak durva pozíció becslést adnak a tervezési fázisban [5, 6]. Másik megközelítés a varratsorok geometriájának követése, mely a modell alapú folyamattervezéshez vezet. Hagyományosan a varratsor magasságát

és szélességét adják meg a modellek a hegesztési változók hatására, mint például a hegesztő áramerősség, hegesztési feszültség, haladási sebesség és a hozaganyag-adagolás sebessége; amelyekre a későbbiekben hegesztési változóként (HV) fogunk hivatkozni.

Ebben a tanulmányban, egy empirikus modell kerül ismertetésre a hegesztési sorok alakjának becslésére, figyelembe véve a hegesztési változókat és a hegesztés alapjául szolgáló felület egyenletességét. A modell alapja olyan fuzzy szabálybázisok, amelyek gépi tanulással kerülnek finomhangolásra. A javasolt módszer célja a többrétegű hegesztés esetén a hegesztési sorok alakjának pontosabb meghatározása a robot hegesztési szerszám-pályák meghatározására, valamint az alakból levonható következtetésekre az alkalmazáskor (1. ábra).

Szakirodalmi áttekintés

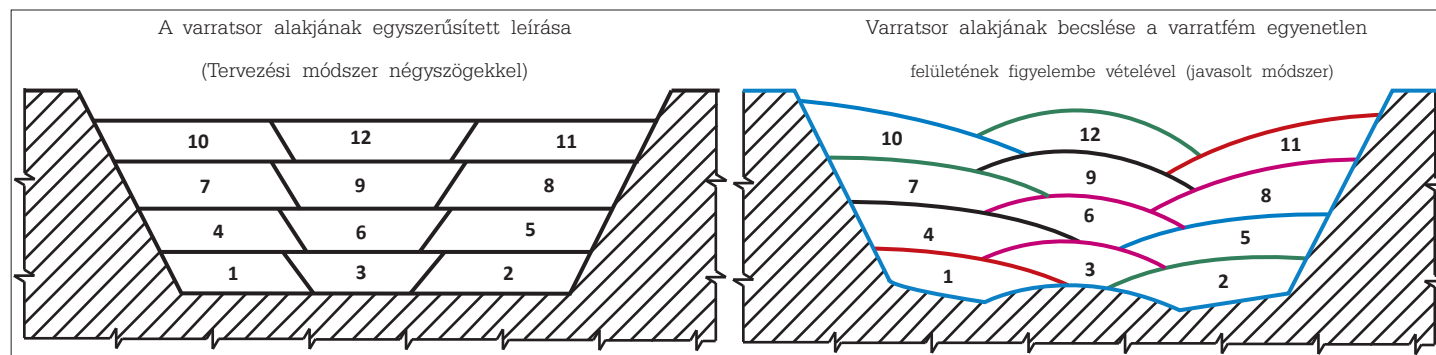
A varratsorok alakjának modellezése a gyors prototípus gyártásban rendelkezik széles irodalommal [7–9]. A varratsor alakjának finomabb leírására szimmetrikus görbéket vizsgáltak, melyek közül a parabola alakfüggvényt találták a legpontosabbnak. A parabola együtthatói a varratsorok szélességét és magasságát tartalmazzák és megbecsülhetőek egy megfelelő modellel a hegesztési változók és az anyagtulajdonságok függvényében. Az irodalomban bemutatott modellek sík lemezen elhelyezett varratsorok alakjának becslésére szolgálnak, többféle modellezési módszert alkalmazva [10].

Az utóbbi években a számítási intelligencia módszerek (*Computational Intelligence*), a gépi tanulás és mesterséges intelligencia módszerek váltak dominánssá a különböző modellezési feladatok megoldására. Ezen algoritmusok hatékonyan alkalmazhatóak komplex és nem-lineáris problémák közel optimális megoldására. A hegesztési modellezésben is több tanulmányt közöltek, amikben mesterséges neurális hálózatot (*Artificial Neural Networks*, ANN, [11, 12]), fuzzy következtető rendszert (*Fuzzy Systems*, FS[13, 14]), adaptív neuro-fuzzy rendszert (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems*, ANFIS, [15]), vagy éppen evolúciós fuzzy rendszert (*Evolutionary Fuzzy Systems*, EFS, [16, 17]) alkalmaznak.

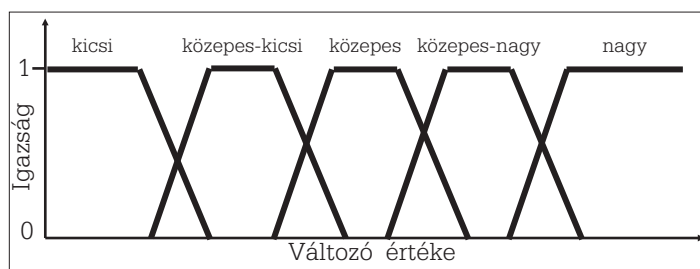
A fuzzy következtető rendszerek nagy előnye, hogy az általuk létrehozott szabály alapú érvelési rendszerek követik az emberi logikát és könnyen értelmezhető betekintést engednek a következtetéshez vezető érvek hátterébe. A szabályok természetes nyelvi változókból és elemi logikai kapcsolatokból épülnek fel. A nyelvi változó lehet például a (*lassú*, *gyors*) két értékű skála, vagy a (*kicsi*, *közepes-kicsi*, *közepes*, *közepes-nagy*, *nagy*) ötértékű skála. Egy fuzzy szabály például az alábbi alakban adható meg:

HA {Haladási sebesség} **gyors** ÉS {Hozaganyag mennyisége} **kevés** AKKOR {Varrat keresztmetszet} **kicsi** (1)

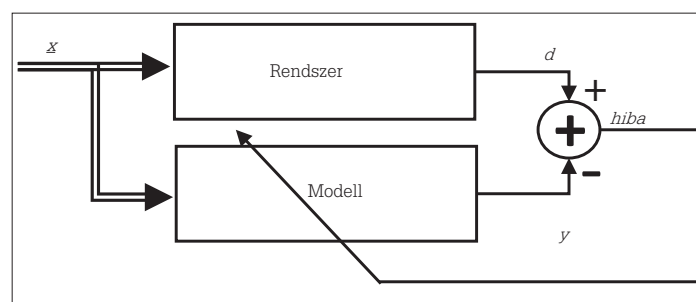
Több ilyen szabály alkotja a szabálybázist, ahol az adott változók értékkészletét osztjuk fel az értékkála szerinti tartományokra (4. ábra), és így



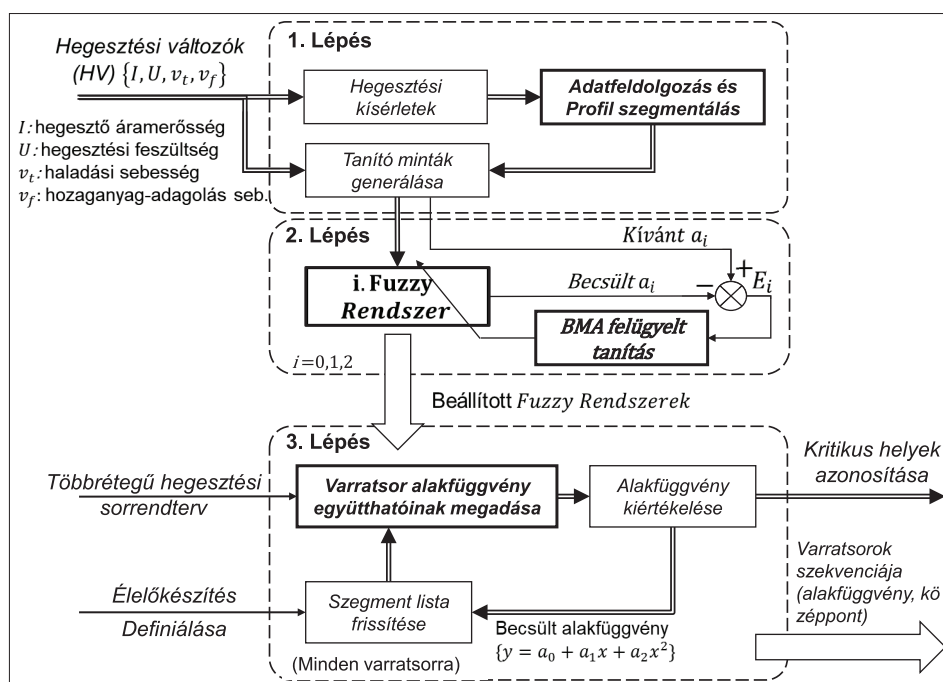
1. ábra. A hegesztési varratok hagyományos ábrázolása a javasolt módszerhez képest. (Balra) A hegesztési sorok alakjai négyszögekké egyszerűsítve. (Jobbra) A javasolt módszer szerinti, a hegesztési sorok alakjainak polinom függővel közelítése és szabadon elhelyezése az egyenetlen fémfelületen



2. ábra. Fuzzy nyelvi változók és a változó értéktartományának felosztása



3. ábra. Felügyelt tanítás egyszerűsített menete



4. ábra. A modellezési folyamat struktúrája

megadhatjuk, hogy a változó az értéke szerint mennyire írható le az adott nyelvi változóval. Így vannak olyan értékek, amik lehetnek csak *kicsi* (teljesen igaz), de akár olyan is hogy *kicsi* és *közepes-kicsi* egyszerre (részben igaz mindkettő).

Hasonló szabályok felállítása és alkalmazása triviális feladatnak tűnhet egy tapasztalt szakember számára, viszont a változókhoz rendelt pontos értékek hosszas gyakorlás útján sajátíthatóak el. Továbbá, egy automatizált rendszernek konkrét értékekkel kell megadni, hogy ezen tartományokat, más néven tagsági függvényeket milyen határok között definiáljuk.

Tehát, a fő kihívás a szükséges mennyiségű szabály és az azokat meghatározó tagsági függvények meghatározása. Egy hatékony módszer az adatok alapján tanítani a fuzzy rendszereket felügyelt gépi tanulás által (3. ábra). A gépi tanulás során egy rendszer viselkedését írjuk egy le a bemenetekre (x) adott válasza alapján (d), és

zett hegesztési sorok alakjának leírására, mely egy finomabb megközelítés a négyszögekkel való leíráshoz képest [7, 8, 24]. Viszont mivel ezek a modellek síklapon való elhelyezésre lettek kifejlesztve, az elhelyezés alapjául szolgáló felületeket síknak tekintik, és elhanyagolják annak egyenletlenségét és a modellek bizonytalansága és pontatlanságába számítják bele [25].

Kísérletek és modellezési módszerek

A következőkben a hegesztési sorok alakjának modellezésére javasolt módszer kerül bevezetésre többrétegű, hideg hozaganyag, volfrámelektrodás semleges védőgázos ívhegesztés (TIG-hegesztés) esetén. A módszer kulcsfontosságú elemei az egyenetlen hegesztési felület szegmensekre bontása és azok másodfokú polinom függvénnyel való leírása, valamint a varratsorok alakfüggvényének együtthatóinak meghatározása a felületet jellemző együtthatók és a hegesztési változókból (hegesztő áramerősség, hegesztési feszültség, haladási sebesség, hozaganyag-adagolás sebessége, röviden HV) felépített modell segítségével. A módszer struktúrája a 4. ábrán látható és a következő lépésekből tevődik össze:

- Adat gyűjtés és feldolgozás
- Hegesztési sorok alakjának modellezése
- Modell alkalmazása többrétegű hegesztésben

Kísérletek és adatfeldolgozás

A kísérleteket PA helyzetben végeztük, a hegesztési sorok síklemez felületen és V varratokban kerültek elhelyezésre. Az adatgyűjtés során a hegesztés előtti és utáni felületeket is megmértük, a hegesztő robot szerzőpályájának, a HV rögzítése mellett. A munkadarabok 304L rozsdamentes acél, és 40 °C előmelegítési hőmérséklettel kerültek meghatáro-

hangolunk be egy modellt, hogy annak kimenete (y) minél jobban megközelítse a rendszer válaszát. A hibát az úgynevezett tanító minták kiértékelésével számítjuk egy tanító algoritmus segítségével. Az egyik lehetséges módszer az irodalomban a Bakteriális Memetikus Algoritmus (BMA, [18]), mely több tanulmányban is felülmúlta a hasonló módszereket [19]. A BMA-t különféle problémákra alkalmazták, pl. kombinatorikus optimalizációs problémák megoldására [20, 21], folytonos optimalizációs feladatokra [22], és felügyelt gépi tanulásos feladatokra [18, 23].

A síklapon elhelyezett hegesztési sorok geometria modellezéssel szemben a többrétegű hegesztésnél mind a hegesztési sorok egymásra hatása, mind a korábban elhelyezett sorok egyenetlen felülete hatással van az aktuális varratsor alakjára.

A gyors prototípus gyártásból átvett modellek megjelentek a többrétegű hegesztésben az átfedésben lehelye-

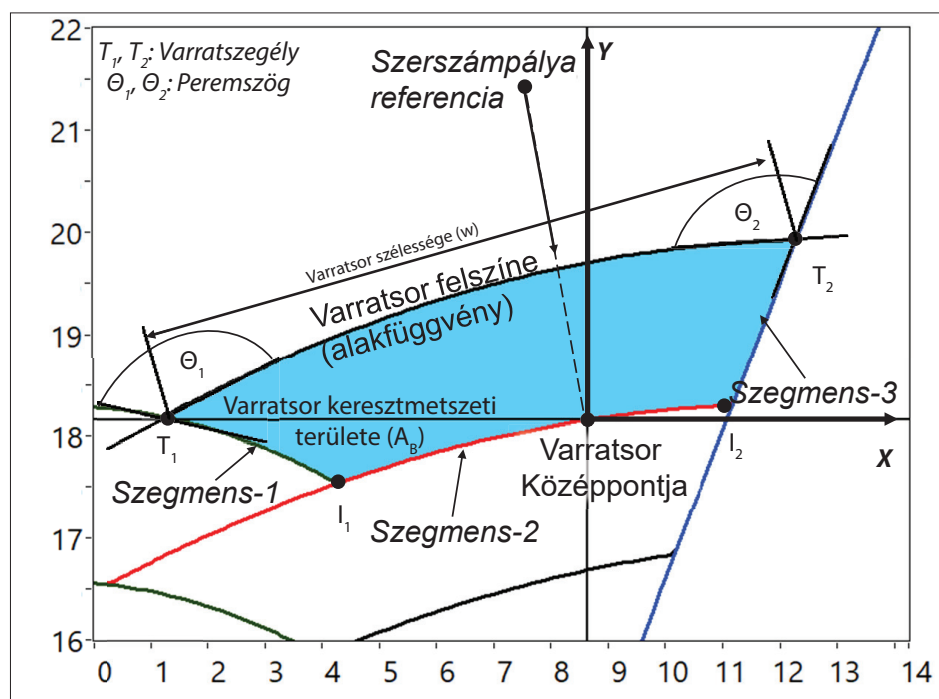
zásra, 400×100×20 mm síklemezen, valamint 390×100×24,5 mm lemezekből egyoldali tompa V varratban, 2 mm-es orrmagasság és 35°-os leélezési szöggel a leghosszabb él mentén, 1 mm-es illesztési hézaggal. A síklemezek 3×3, egyenként 120 mm hosszú hernyóvarrat került elhelyezésre, az élélőkészítés esetén pedig a sorok a teljes élhossz mentén helyezkedtek el több rétegben, összesen 31 sor munkadarabonként. A síklemezek 25 különböző HV kombináció két párhuzamossal, a V élélőkészítéssel pedig 3 munkadarab készült. Az ívenergia hőbevitel 70%-os termikus hatásfokkal számolva 0,57 és 1,05 kJ/mm között változott.

A hegesztési paraméterek és HV-k összeállítása a hegesztéstechnológiai adatok alapján a gyártói hegesztési utasítás (WPS) által meghatározott tartományon belül történt.

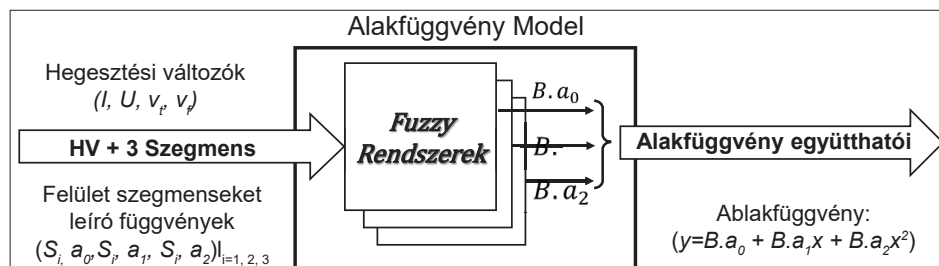
A hegesztéshez 3,2 mm-es E3 típusú volfrámelektrodát, és 1,2 mm átmérőjű, tömör, Böhler 13/4-IG anyagminőségű hideg hozaganyagot, egy Kuka KR-30-3 ipari robotkart, és Fronius MagicWave 5000 JOB hegesztőberendezést használtunk. Az elektróda kúpszöge 60°, az alkalmazott áramnem pedig egyenáramú elektród negatív polaritással. A védőgázt 14 l/perc áramlási sebességgel 4.6 tisztaságú Argon gáz szolgáltatta.

Mérési adatok feldolgozása

A profil adatokat egy M2DW 160/40 lézer profil szenzorral mértük meg, a kapott adatokat pedig egy általunk fejlesztett keretrendszerben dolgoztuk fel. A profil szenzor nyers mérési adatait a varratsor felületéről készített keresztmetszeti képek adták. Ezeket a profil képeket a hegesztési sorok hossziránya mentén 5 mm-es szakaszonként összegeztük és dolgoztuk fel. A feldolgozott profiladatok összeillesztését ábrázoltuk az 5. ábrán, ahol a színes vonalak egy-egy mérés adataiként értendők, és a színezett terület maga a vizsgált varratsor. Az adott keresztmetszetekben, a profilokat szegmensekre bontottuk, melyek tartalmazták a munkadarab geometriáját és a korábban lehelyezett sorok felületét is, majd a szegmensekre egyenként megfelelő görbét illesztettünk (a varratsorokra parabolát, a munkadarab felületére pedig egyenest). Így egységesen három paraméterrel leírhatóvá váltak a felületek. A síklapos méréseknél nem volt szükség az alapfelület szegmentálására, mivel azt egy vízszintes felü-



5. ábra Felületek szegmentálása és a koordináta rendszer definiálása a hegesztési sor középpontjában (mértékek mm-ben)



6. ábra A varrat alak modell felépítése

let jellemezte. A felület szegmenseket leíró függvények a hegesztési sorok lokális koordináta rendszerében kerültek meghatározásra, ahol az origót a hegesztési felület és a volfrámelektroda tengelyének metszéspontja adta, továbbá a koordináta tengelyeket a vízszintes és a függőleges irányok adták (5. ábra). A profil adatok a hegesztési változókkal kerültek összerendezésre, majd a modellezéshez tanítómintákat készítettünk belőlük.

Modell alkotás

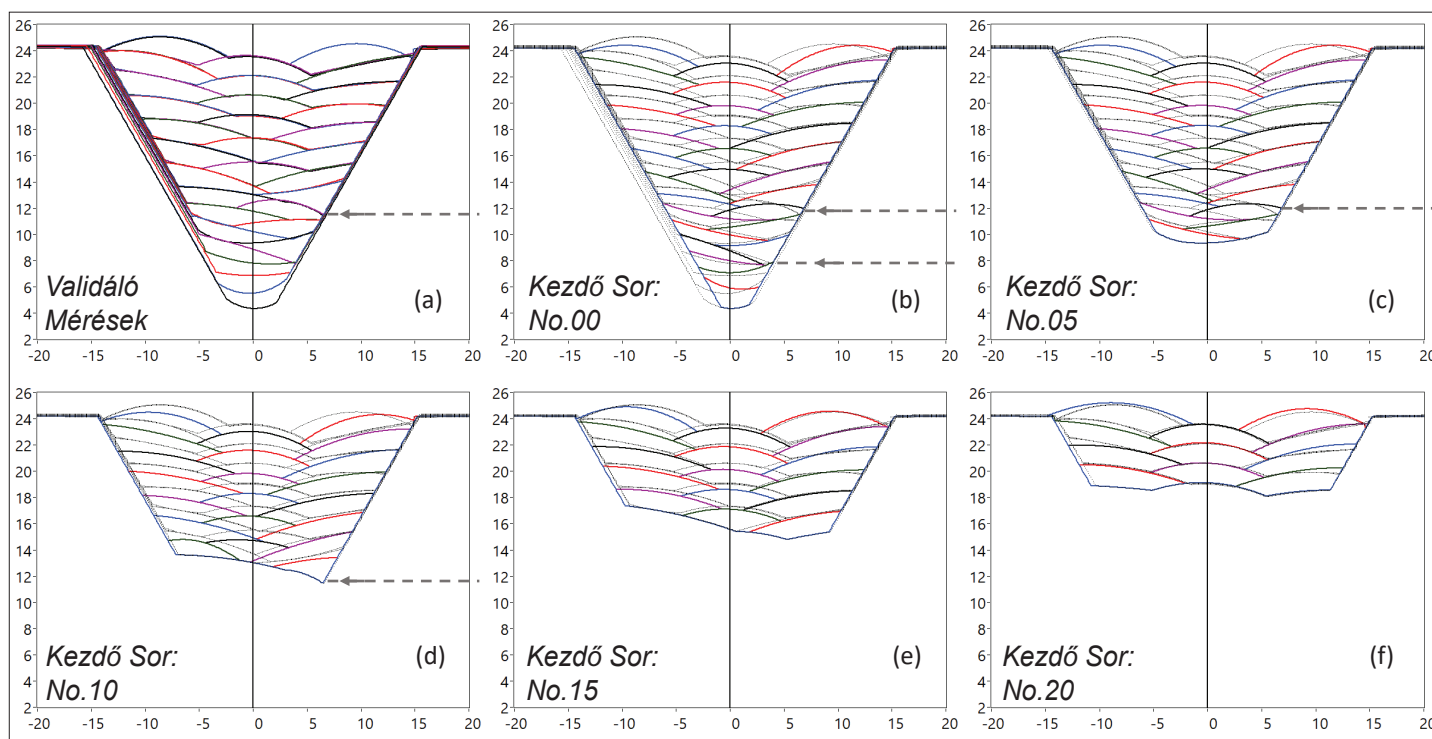
A varrat alakjának modellje Mamdani típusú fuzzy rendszerként került meghatározásra [26], ahol az egyes szabálybázisok a parabola függvény együtthatóit adják vissza a hegesztési változókat (hegesztő áramerősség (I), hegesztési feszültség (U), haladási sebesség (v_p), hozaganyag-adagolás sebessége (v_f)), és a szegmentált, paraméterezett hegesztési felszín együtthatói alapján (6. ábra). A modell jelenlegi változatában három felü-

ti elemet határoztunk meg bemenetként. A fuzzy szabályok trapéz alakú tagsági függvényeit gépi tanulás során alakítottuk ki úgy, hogy a bakteriális memetikus algoritmust [18], mint felügyelt tanító algoritmust használtuk a tagsági függvények töréspontjainak változtatására.

A változtatásokat a fuzzy rendszer válaszában és a tanítómintákban meghatározott elvárt értékek alapján számított hiba alapján értékeltük ki, és a minimális hibára törekedve folytattuk az iteratív folyamatot több generáción keresztül. A tanítás végével a szabálybázisok segítségével a varrat alakfüggvénye egyértelműen megadhatóvá vált. A modell jósága a tanításban fel nem használt, de hasonló jellegű mérési eredmények alapján került validálásra.

Alkalmazás többretegű hegesztésben

A modell alkalmazására a többretegű hegesztés iteratív folyamatában került



7. ábra V keresztmetszet feltöltése. (a) kísérleti mért felületek, (b)-(f) modell által becsült felületek.

A szürke nyilak a hegesztési hibára érzékeny helyeket jelöli

sor, ahol a hegesztési sorok hegesztési együtthatói és a robot szerszám-pálya referencia pontja előre meg volt határozva a hegesztési sorrendtervben.

Első lépésként a munkadarab felületeinek paraméterezésére került sor, melyet egy listába rendeztünk. Ezután a hegesztési sorrendterv alapján meghatároztuk a hegesztési változókat (hegesztő áramerősség, hegesztési feszültség, haladási sebesség, hozaganyag-adagolás sebessége), és a lokális koordináta rendszer középpontját, ami a volfrámelektroda tengelyének és az aktuális hegesztési felszín metszéspontja határozott meg. Az alakfüggvények átranzformálása után a modell megadta a hegesztési sor felületét leíró görbe együtthatóit, amivel a szegmenseket tartalmazó lista frissítésre került. Ezután a következő sor került lehelyezésre annak az alakjának meghatározásával. Ez a folyamatot mindaddig ismételtük, amíg az összes sort nem helyezték le. A folyamat végén az egyes sorok felületén kívül a T_1 , T_2 varratszegélyek helyzete, a θ_1 , θ_2 peremszögek és a keresztmetszet mérete is meghatározásra került. Az elvégzett kísérletek kiértékelése a következőkben kerülnek tárgyalásra.

Eredmények bemutatása

A következő részben a modell tanításának kiértékelése és az alkalmazás-

kor tapasztalt eredmények tárgyalása következik. A kifejlesztett modell jóságát egy független validáló adathalmazon végeztük el, a mért és becsült értékek közötti átlagos négyzetes hiba gyökével jellemezve. A vizsgálatban a felületet leíró görbe együtthatóit, a hegesztési sorok méretét és a származtatott további geometriai adatokat (T_1 , T_2 varratszegély helye, θ_1 , θ_2 peremszögek értéke) vettük figyelembe. Mivel a modell megközelítése újszerű, és az irodalomban nem áll rendelkezésre hasonló adat, ezért az eredményeinket egy multilineáris regresszió analízis útján kapott modell eredményeivel hasonlítottuk össze.

A modell tanításának kiértékelése

A modell tanítása kettő és tizenkettő közötti szabályszámmal lett elvégezve. A feladat nagysága a két szélső érték között hatszoros, viszont a tanításhoz szükséges idő közel 25-szörös volt. Ez jól mutatja, hogy a gépi tanulási módszerek számítási igénye a feladat komplexitásával nem lineárisan nő. Viszont, a kész modellek válaszüzei között nem volt jelentős különbség.

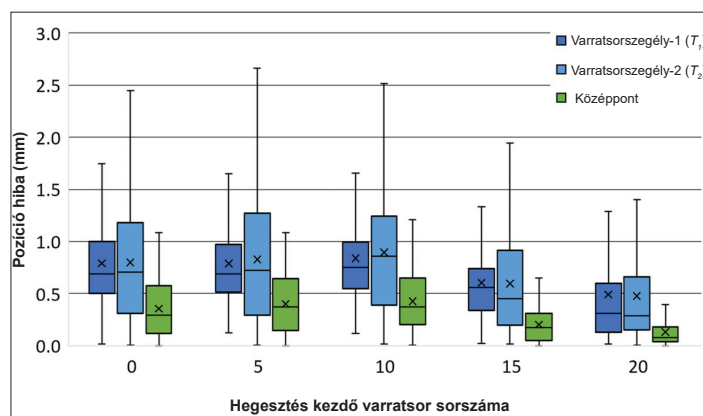
A hegesztési sorok felületének együtthatóit a modell a növekvő szabályszámmal arányosan egyre pontosabban határozta meg. Tizenkét szabály esetén adta a legpontosabb eredményt., három százalék alatti hibával visszaadva az alakfüggvény együtthatóit, így ezt

a modellt használtuk a további kísérletekben. Összehasonlítva a statisztikai modellel, már négy szabály alkalmazása esetén pontosabb eredményt kaptunk mind az együtthatók, mind a származtatott jellemzők becslésére.

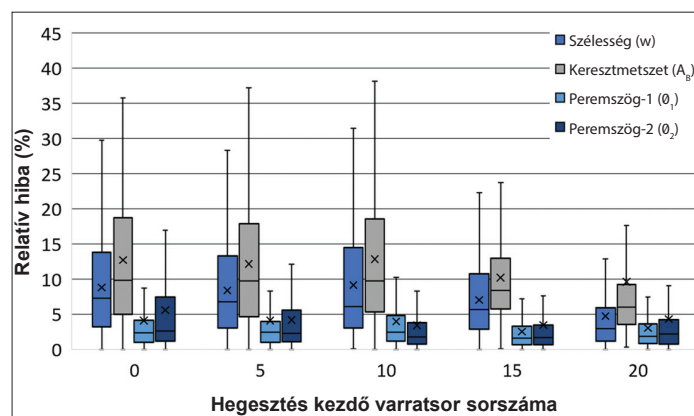
A tizenkét szabályos modell három százalékos hibával adta vissza a burkoló görbe együtthatóit. A hegesztési sor szélességét és területét tíz százalékos hibával kaptuk meg. A további származtatott jellemzők esetén még jobb eredményt kaptunk, mégpedig a T_1 , T_2 varratszegély helyét fél milliméteres pontossággal tudtuk meghatározni, míg a θ_1 , θ_2 peremszög értékét öt százalék alatti hibával. Az eredményekből levonható a tanulság, hogy a bemutatott módszerrel megbecsülhető a varratsorok alakja többretegű hegesztés esetén.

Többretegű hegesztési kísérlet értékelése

Ahogy azt az előző szekcióban bemutatottuk, a kifejlesztett modell jól teljesített az egyedi hegesztési sorok alakjának becslésekor. A következőkben egy átfogóbb elemzés következik többretegű hegesztés közben a varratsorok felületének alakulására. Az értékelés során a mért és becsült értékeket hasonlítottuk össze az összes lehelyezett sort figyelembe véve. A T_1 , T_2 varratszegély helyzetének hibáját abszolút értékben (milliméterekben), a



8. ábra. Varratsor nevezetes pontjainak pozíció hibája



9. ábra Varratsor jellemző méreteinek relatív hibája

többi származtatott értéket pedig relatív (százalékos) hibaként adtuk meg. A kiértékelést nem csak a teljes varrat feltöltésére, hanem különböző kezdőpontok meghatározásával is elvégeztük, ezáltal szimulálva a folyamat közbeni visszaméréseket.

A kísérletben használt munkadarab 36 keresztmetszetre végeztük el a kiértékelést, melyek mindegyike egy 5mm-es szerelet reprezentált. A munkadarab paraméterei és a kísérleti körülmények megegyeztek a modellalkotáshoz használt kísérletekkel. A varratsorok elhelyezése egy előre definiált hegesztési sorrendterv alapján történt, mely tartalmazta a hegesztőberendezés beállításait és a szerszámpályákat mind a 31 hegesztési sorra. A felületek mérését a varratsorok hegesztése előtt és után is elvégeztük. A mérések alapján megrajzolt keresztmetszetet a 7. ábra (a) mutatja.

A végrehajtás során a kezdeti varratsorok lehelyezése a geometria torzulásához vezetett, mely a bal oldali leélezés eltolódása mutat. Ez az egyedi varratsorok alakjának becslését nem befolyásolja, viszont a teljes keresztmetszetbe elhelyezett hozaganyag mennyiségét igen. Ezért a szimulációban használt leélezési oldalért a deformáció utáni értékként vettük figyelembe a teljes keresztmetszetben (7. ábra (b)), ekvivalens hozaganyag mennyiséggel számolva.

Arra számítottuk, hogy a többlépcsős hegesztési folyamat szekvenciális jellege miatt az alakfüggvények becslés halmozódó hibát tartalmaz. A felső rétegekben lévő varratsorok már jelentősen eltérnek az elvárttól, mivel a halmozódó hiba és a munkadarab deformációja miatt már a hegesztés felülete is jelentősen eltér a tényleges felülettől. Ezért a hiba csökkentésére a tervezést közbenső felületekről indítva is elvégeztük. Így az ötödik, tizedik, tizenötödik és huszadik varratsortól kezdve

is megvizsgáltuk a modell által becsült geometriákat. Ezek eredményei a 7. ábra (c)-(f) láthatóak, ahol a színes, folytonos vonalak jelzik a becsült varratsorok felületét, a fekete pontozott vonalak pedig a mért referencia adatokat.

A vártaknak megfelelően, a teljes keresztmetszet feltöltése adta a legnagyobb eltérést, és ahogy a keresztmetszet töltöttsége növekedett, a módosított oldalél helyzete egyre jobban megközelítette a ténylegesen mért oldalért, a varratsorok becslése is egyre pontosabbá vált.

A varratsorok jellemzőire a számszerűsített hibaanalízis doboz-diagramok formájában kerül bemutatásra, melyek a T_1 , T_2 varratszegély és a varrat középpont esetén abszolút hibaként milliméterben (8. ábra), a θ_1 , θ_2 peremszög, szélesség és keresztmetszet mérete szerint pedig relatív hibaként százalékban került megadásra (9. ábra). Az összegzett hibák csökkenő tendenciát mutatnak ahogy a szimulációt magasabb töltöttségtől indítjuk. Ez egyrészt a kevesebb számú varratsor miatt, másrészt a kisebb munkadarab torzulás következménye, mely a becsült és a mért felszínek nagyobb egyezését eredményezi. Az összegzett relatív hiba a 10-15 százalék közötti értékről 5-10 százalék közötti értékekre csökken, míg a pozíció hiba a 0,5-1 mm közötti tartományból a 0,5 mm alá csökkent. Ezek az eredmények jól illeszkednek a varratsorok egyenként történő becsléséhez. A θ_1 , θ_2 peremszögek becslése minden esetben alacsony hibát mutat, 4-8%-ot kezdetben, majd tartósan 5% alatti értékeket. Ennek a becslési jóságát a felvett értéktartomány szűkülése mutatja a legjobban, vagyis a kiugróan eltérő becslések számának csökkenése.

Halmozódó hiba és korrekció

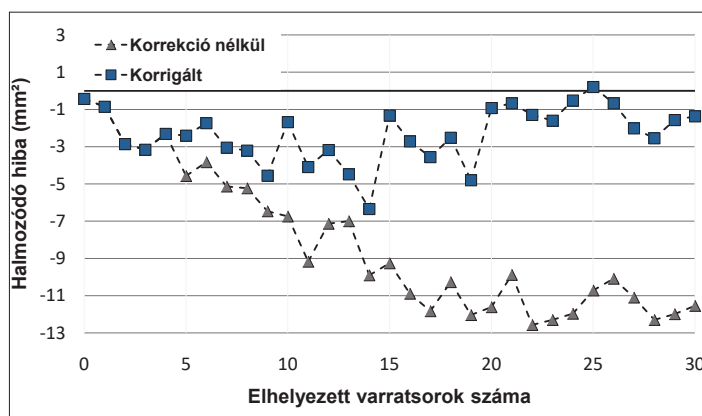
A feltöltés halmozódó hibáját a varratsorok keresztmetszetének mére-

te alapján határoztuk meg. A hibát az aktuális számú varratsorig lehelyezett keresztmetszetek összegzett, mért és becsült értékeinek összehasonlítása adja meg. A teljes hozzáadott hozaganyag mérete 315,7 mm²-nek adódott. A 10. ábrán, a szürke grafikon mutatja a keresztmetszet halmozódó hibájának alakulását. Az utolsó varratsor elhelyezése után a hiba mértéke -11,54 mm². Ez a teljes keresztmetszetre vetítve három százalékos hiba, mely egy közepes méretű varratsornak felel meg, mely sok kicsi, de szinte folyamatos méret alábecslés eredménye. Az egyedi varratsorok és az iteratív feltöltés becslése közötti különbség a hibák előjelének figyelembevételéből adódik. Előbbinél a hibák abszolút értékét vizsgáltuk, míg a többretegű hegesztés kapcsán előjelesen, amely a méretek becslésénél kompenzálta az alá- és felülbecsléseket.

A hibahalmozódás csökkentésére korrekciós mérések közbeiktatásával is megvizsgáltuk a modell viselkedését. A korrekciókat minden ötödik varratsor lehelyezése után elvégeztük a huszadik sorral bezárólag. A hiba alakulását a 10. ábra kék grafikonja reprezentálja. A modell továbbra is alábecsülte a varratsorok méretét, viszont az eltérés szinte végig 5 mm² alatti. A legutolsó varratsor elhelyezése után pedig -1,37 mm²-nek adódik, ami a teljes hegesztési keresztmetszetre vetítve csupán közel három ezredes hiba.

Hegesztési hibára érzékeny helyek azonosítása

Az alakfüggvények becslésének egyik fő előnye, hogy hozzáférést biztosít a profil karakterisztikájához. Így, a hegesztési keresztmetszet azon helyeinek azonosítására is lehetőség nyílik, ahol a hegesztési hibák előfordulásának nagyobb a valószínűsége.



10. ábra Halmazódó hiba többsoros hegesztés esetén

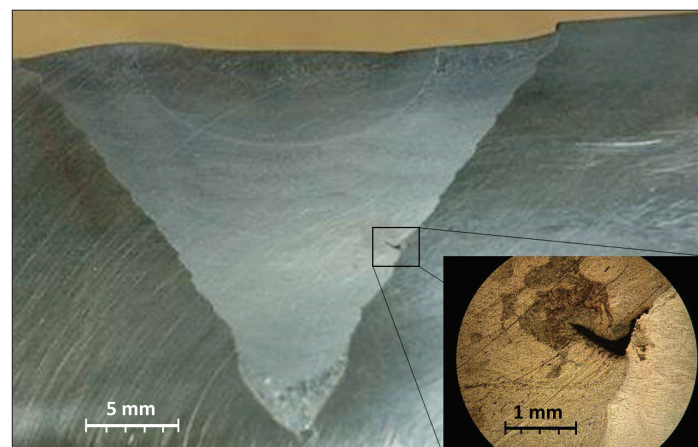
A többretegű hegesztés mérései alapján egy ilyen helyet azonosítottunk, melyet szürke nyíllal jelöltünk a 7.(a) ábrán. A munkadarab keresztmetszetének vizsgálata és a mikroszkópos elemzés megerősítette, hogy az adott helyen hegesztési hiba található, mely a teljes fúzió hiányából adódott a túl éles peremszög miatt (11. ábra). Ennek javítását célszerű még a gyártás során elvégezni, mivel a kész munkadarabon ez plusz költségeket okoz a varrat feltárása és újra-hegesztése miatt.

Ahogy azt a 7. ábra (b) és (c) mutatják, a modell által becsült varratok alakja alapján előrejelzés adható a hibahely előfordulására, mivel mindkét esetben egyértelműen azonosíthatóak kritikus helyek, a (b) esetben több is, igaz ebből az egyik esetben megtörtént a teljes beolvadás.

Összefoglalás és konklúzió

Ebben a cikkben egy kísérleti adatokból felépített modellt mutattunk be a többretegű hegesztésben elhelyezett varratsorok valóság közeli alakjának becslésére. A modell központi eleme a fuzzy szabálybázisként megadott geometriai modell, amely a hegesztési sorok felületét leíró alakfüggvény együtthatóit adja meg a hegesztési paraméterek és a paraméteresen megadott egyenetlen hegesztési felszín alapján. A modell kísérleti eredményekkel összehasonlítva, alacsony, három százalék alatti hibával adta vissza az alakfüggvényt.

A modell pontosságát az egymásra rétegzett varratsorok alakjának becslésével is ellenőriztük V keresztmetszetben. A származtatott geometriai jellemzők (varratsor keresztmetszeti mérete, varratszegély, peremszögek) értékeit is nagy pontossággal, néhány százalékos hibával kaptuk meg. Ez a pontosság és a valósághű varratalak leírás lehetővé tette, hogy már a tervezési fázisa során azonosíthassuk a hegesztési hibákra érzékeny területeket többrétegű hegesztésben. A kutatása folytatásaként a tervezés további támogatását tűztük ki célul, amellyel a varratsorrend automatikus tervezése lehetővé válik.



11. ábra Validásra használt munkadarab keresztmetszeti képe és az azonosított hibahely

Köszönetnyilvánítás

A kutatás megvalósításához PPM Robotics AS (Norvégia), és a Norvég Kutatási Tanács biztosította az anyagi és a laboratóriumi támogatást az „Industrial PhD program” (244972/O30) és a „CoRoWeld (245691) projekten keresztül. További támogatást biztosított a NKFIH a BME Mesterséges Intelligencia TKP2020 IE alapon keresztül (BME IE-MI-FM TKP2020).

Absztrakt

A mesterséges intelligencia módszerek hatékonyan támogathatják hegesztési folyamatok tervezését és kivitelezését. A következőkben, egy olyan modellt mutatunk be, amely alkalmas a többretegű TIG-hegesztés esetén a varratsorok felületét leírni a hegesztési paraméterek és a hegesztés alapjául szolgáló egyenetlen felület jellemzői alapján. A modell által becsült alakfüggvények jó egyezést mutattak a kísérleti eredményekkel való összehasonlításakor. A modell segítségével már a tervezési fázisban megbecsülhetővé válnak az egyes varratsorok alakjai így a következő varratsorok pontosabb pozicionálása mellett az esetleges hibák is előre jelezhetőek.

Hivatkozások

- [1] C. M. Horvath, T. Thomessen, and P. Korondi, 'Robotized Multi-Pass

Tungsten Inner Gas Welding of Francis Hydro Power Turbines', in 2017 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, Edinburgh, Scotland, United Kingdom, Jun. 2017, pp. 1759–1765, doi: 10.1109/ISIE.2017.8001514.

- [2] S. Yan, H. Fang, S. Ong, and A. Nee, 'Optimal pass planning for robotic welding of large-dimension joints with nonuniform grooves', Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, Jul. 2017, doi: 10.1177/0954405417718877.
- [3] C. M. Horváth and P. Korondi, 'Supportive Robotic Welding System for Heavy, Small Series Production with Non-Uniform Welding Grooves', Acta Polytechnica Hungarica, vol. 15, no. 8, p. 25, 2018.
- [4] B. Takarics, P. T. Szemes, G. Nemeth, and P. Korondi, 'Welding trajectory reconstruction based on the Intelligent Space concept', in 2008 Conference on Human System Interactions, May 2008, pp. 791–796, doi: 10.1109/HSI.2008.4581542.
- [5] C. Yang, Z. Ye, Y. Chen, J. Zhong, and S. Chen, 'Multi-pass path planning for thick plate by DSAW based on vision sensor', Sensor Review, vol. 34, no. 4, pp. 416–423, Aug. 2014, doi: 10.1108/SR-04-2013-649.
- [6] H. Zhang, H. Lu, C. Cai, and S. Chen, 'Robot Path Planning in Multi-pass Weaving Welding for Thick Plates', in Robotic Welding, Intelligence and Automation, T.-J. Tarn, S.-B. Chen, and G. Fang, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 351–359.
- [7] Y. Cao, S. Zhu, X. Liang, and W. Wang, 'Overlapping model of beads and curve fitting of bead section for rapid manufacturing by robotic

- MAG welding process', *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 27, no. 3, pp. 641–645, Jun. 2011, doi: 10.1016/j.rcim.2010.11.002.
- [8] D. Ding, Z. Pan, D. Cuiuri, and H. Li, 'A multi-bead overlapping model for robotic wire and arc additive manufacturing (WAAM)', *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 31, pp. 101–110, Feb. 2015, doi: 10.1016/j.rcim.2014.08.008.
- [9] Y. Wang, C. Zhang, J. Lu, L. Bai, Z. Zhao, and J. Han, 'Weld Reinforcement Analysis Based on Long-Term Prediction of Molten Pool Image in Additive Manufacturing', *IEEE Access*, vol. 8, pp. 69908–69918, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2986130.
- [10] K. Y. Benyounis and A. G. Olabi, 'Optimization of different welding processes using statistical and numerical approaches – A reference guide', *Advances in Engineering Software*, vol. 39, no. 6, pp. 483–496, Jun. 2008, doi: 10.1016/j.advengsoft.2007.03.012.
- [11] S. Mishra and T. DebRoy, 'Tailoring gas tungsten arc weld geometry using a genetic algorithm and a neural network trained with convective heat flow calculations', *Materials Science and Engineering: A*, vol. 454–455, pp. 477–486, Apr. 2007, doi: 10.1016/j.msea.2006.11.149.
- [12] G. A. Bestard, R. C. Sampaio, J. A. R. Vargas, and S. C. A. Alfaro, 'Sensor Fusion to Estimate the Depth and Width of the Weld Bead in Real Time in GMAW Processes', *Sensors (Basel)*, vol. 18, no. 4, Mar. 2018, doi: 10.3390/s18040962.
- [13] H. K. Narang, U. P. Singh, M. M. Mahapatra, and P. K. Jha, 'Prediction of the weld pool geometry of TIG arc welding by using fuzzy logic controller', *International Journal of Engineering, Science and Technology*, vol. 3, no. 9, Art. no. 9, 2011, doi: 10.4314/ijest.v3i9.6.
- [14] K. R. Naik and A. K. Khandelwal, 'Effects of the Bead Geometry of MIG Arc Welding Analysis by Fuzzy Logic Method', *International Journal of Science, Engineering and Technology*, vol. 5, no. 6, p. 6, 2017.
- [15] Y. Liu and Y. Zhang, 'Iterative Local ANFIS-Based Human Welder Intelligence Modeling and Control in Pipe GTAW Process: A Data-Driven Approach', *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, vol. 20, no. 3, pp. 1079–1088, Jun. 2015, doi: 10.1109/TMECH.2014.2363050.
- [16] O. Cordon, Ed., *Genetic fuzzy systems: evolutionary tuning and learning of fuzzy knowledge bases*. Singapore: World Scientific, 2001.
- [17] A. Fernandez, F. Herrera, O. Cordón, M. Jose del Jesus, and F. Marcelloni, 'Evolutionary Fuzzy Systems for Explainable Artificial Intelligence: Why, When, What for, and Where to?', *IEEE Computational Intelligence Magazine*, vol. 14, no. 1, pp. 69–81, Feb. 2019, doi: 10.1109/MCI.2018.2881645.
- [18] J. Botzheim, C. Cabrita, L. T. Kóczy, and A. E. Ruano, 'Fuzzy rule extraction by bacterial memetic algorithms', *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 24, no. 3, pp. 312–339, 2009, doi: 10.1002/int.20338.
- [19] K. Balázs, J. Botzheim, and L. T. Kóczy, 'Comparative Investigation of Various Evolutionary and Memetic Algorithms', in *Computational Intelligence in Engineering*, vol. 313, I. J. Rudas, J. Fodor, and J. Kacprzyk, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010, pp. 129–140.
- [20] J. Botzheim, Y. Toda, and N. Kubota, 'Bacterial memetic algorithm for offline path planning of mobile robots', *Memetic Comp.*, vol. 4, no. 1, pp. 73–86, Mar. 2012, doi: 10.1007/s12293-012-0076-0.
- [21] D. Zhou, Y. Fang, J. Botzheim, N. Kubota, and H. Liu, 'Bacterial memetic algorithm based feature selection for surface EMG based hand motion recognition in long-term use', in *2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, Dec. 2016, pp. 1–7, doi: 10.1109/SSCI.2016.7850241.
- [22] A. Csik, J. Botzheim, J. Balázs, T. Csoknyai, and J. L. Hontvári, 'Energy and cost optimal design for the reconstruction of residential building envelopes by bacterial memetic algorithms', in *The 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems, and The 13th International Symposium on Advanced Intelligence Systems*, Kobe, Japan, Nov. 2012, pp. 1226–1231, doi: 10.1109/SCIS-ISIS.2012.6505181.
- [23] J. Botzheim and P. Földesi, 'Novel calculation of fuzzy exponent in the sigmoid functions for fuzzy neural networks', *Neurocomputing*, vol. 129, pp. 458–466, Apr. 2014, doi: 10.1016/j.neucom.2013.09.013.
- [24] Y. Li, Y. Sun, Q. Han, G. Zhang, and I. Horváth, 'Enhanced beads overlapping model for wire and arc additive manufacturing of multi-layer multi-bead metallic parts', *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 252, pp. 838–848, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2017.10.017.
- [25] H. C. Fang, S. K. Ong, and A. Y. C. Nee, 'Robot path planning optimization for welding complex joints', *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, pp. 1–11, Nov. 2016, doi: 10.1007/s00170-016-9684-z.
- [26] E. H. Mamdani and S. Assilian, 'An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller', *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, Jan. 1975, doi: 10.1016/S0020-7373(75)80002-2.

*Horváth Csongor Márk
Budapesti Műszaki
és Gazdaságtudományi Egyetem
Mechatronika, Optika,
és Gépészeti Informatika Tanszék

TECHNOLÓGIAI ELŐNY A HEGESZTÉS ÉS VÁGÁS VILÁGÁBAN

**ABICOR
BINZEL®**



Csúcsminőség és 100%-os megbízhatóság

Több mint hegesztés...

Cooptim®

HEGESZTÉSTECHNIKA

A Binzel kizárólagos forgalmazója

Minden, amire a minőségi munkához szüksége lehet!

webáruház:

www.cooptim.hu

**Hegesztéstechnikai
eszközök,**

**ív- és lánghegesztő
készülékek,**

csiszolóanyagok,

védőeszközök,

elektródák,

**forrasztóanyagok
és szerszámok**

**nagy választékban
kaphatóak**

**hegesztéstechnikai
áruházunkban,
szaküzleteinkben.**

**Hegesztéstechnikai
áruházunk:**

2030 Érd,

Budafoki út 10.

Tel.: (23) 521 430

Fax: (23) 521 439

E-mail: aruhaz@cooptim.hu

Szaküzletünk:

8000 Székesfehérvár,

Géza u. 54.

Tel.: (22) 504 170

Tel./fax: (22) 301 751

E-mail: fehervar@cooptim.hu

Kollár Dénes*

Hegesztésszimuláció alkalmazása acélszerkezetek gyártásában és tervezésében

A virtuális gyártás (azaz numerikus modell alapú gyártási szimulációk) és virtuális kísérletek (azaz numerikus modell alapú teherbírás-vizsgálat) új irányt jelentenek és lehetőséget teremtenek a gyakorlatban a gyártási folyamatok optimalizálására és fejlesztésére, a gyártás és tervezés közvetlen összekapcsolására, gyártási specifikumok tervezési, valamint méretezési módszerekben való figyelembevételére. Hegesztésszimulációval az acél gyártmányokban a hegesztésből adódó maradó deformációk és sajátfeszültségek meg-

határozhatók, melyek ismeretében a gyártás és tervezés folyamata pontosítható, továbbfejleszthető. Jelen cikk mintegy rövid kivonata a szerző „Welding Simulation in Advanced Manufacturing and Design of Steel Structures” című doktori értekezésének [1]. A disszertációban bemutatott kutatási program hegesztett acélszerkezeti elemek virtuális gyártásának és virtuális kísérleteinek előnyeit vizsgálja és mutatja be, mely előnyök mind a gyártási, mind a tervezési folyamat során kihasználhatók.

tartók teherbírás-vizsgálatának témájában. A kutatás többek között foglalkozik a tartótípus tipikus sajátfeszültség-eloszlásának meghatározásával gyártási szimulációk alkalmazásával, valamint a geometriai és szerkezeti eltérések nyírási horpadási ellenállásra gyakorolt hatásának meghatározásával, elemzésével és értékelésével. Ezzel jelen cikk nem foglalkozik, részletei megtalálhatók a doktori disszertációban, illetve folyóiratcikkekben [2][3].

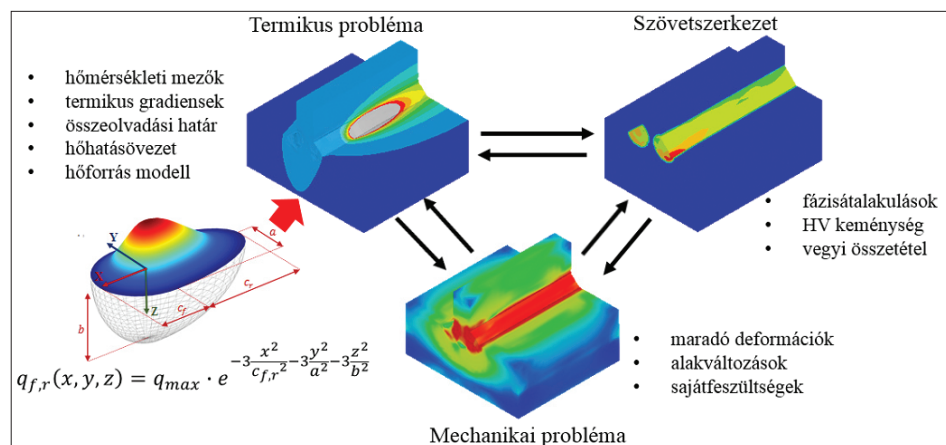
Modellezési keretrendszer kidolgozása

ANSYS programban kifejlesztésre került egy komplex modellezési keretrendszer (1. ábra), amely magában foglalja a háromdimenziós tranziens termo-metallurgiai-mechanikai és különválasztott termo-mechanikai analíziseket. A kidolgozott eljárás validációja hőmérsékleti és sajátfeszültség mérések alapján történt [4], [5]. A tranziens analízisnél a valós hőforrást, valamint a hőforrás környezetében lejátszódó komplex fizikai folyamatokat a hőenergia sűrűséget leíró Goldak-féle dupla ellipszoid hőforrás modell [6] helyettesíti egyszerűsítésként. A hőforrás haladását lokális koordináta-rendszerek térbeli mozgatásával lehet modellezni. Mivel a hegesztési trajektóriák és a lokális koordináta-rendszerek pozíciói az esetek többségében egyszerű egyenletek alkalmazásával nem írhatók le, így egy automatikus varratkö-

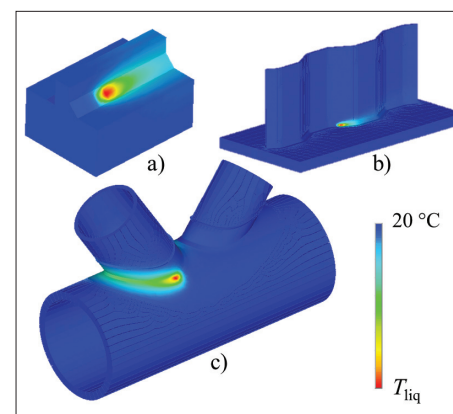
Kutatási célok

A dolgozat három különféle kutatási témára összpontosít az acélszerkezetek fejlett gyártása és tervezése területén numerikus szimulációk segítségével. Az első kutatási cél egy validált-numerikus modellezési keretrendszer kidolgozása ömlesztő hegesztési eljárások szimulálására egy általános célú végelelemes szoftver segítségével, mellyel a hőmérsékleti, a feszültség és alakváltozási mezők meghatározhatók. A szimulációk alapján meghatározott pontosított eltérések figyelembevétele geometriai és anyagi nemlineáris imperfekt analízisben (GMNIA) a hegesztett szerkezetek teherbírásának pontosabb meghatározását, acélszerkezetek megbízhatóságának növelését eredményezi. A második kutatási cél egy hegesztési folyamatmodell kidolgozása tipikus hegesztett kötések-

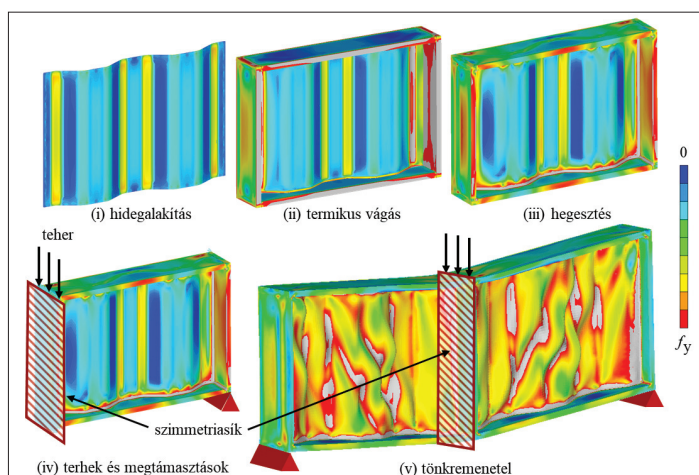
hez, háromdimenziós hőátadási modell és dupla ellipszoid hőforrás modell felhasználásával, figyelembe véve a hegesztési változókat és a huzalelektroda típusát a virtuális gyártási folyamat során. A kifejlesztett modellezési környezet alkalmazása jelentősen csökkentheti a gyártási költségeket azáltal, hogy kiküszöböli a hegesztést követő javítási munkákat, csökkenti a próbagyártmányok számát és növelheti a szerkezetek élettartamát. A kutatás utolsó témáját trapézlemez gerincű tartók vizsgálata adja, mely elsősorban építőmérnöki szempontból érdekes, mivel az elmúlt évtizedekben egyre gyakrabban alkalmazták acél hídszerkezetekben. Szerkezeti viselkedésük számos különlegességgel rendelkezik (pl. 'harmonikahatás'), amelyek további vizsgálatokat tesznek szükségessé a trapézlemez gerincű



1. ábra Kidolgozott tranziens analízisben modellezett jelenségek



2. ábra. Hőmérsékleti mezők a kidolgozott automatikus varratkövető algoritmus alkalmazása során a) 1D, b) 2D és c) 3D hegesztési trajektória esetén



3. ábra. Acél gyártmányok virtuális kísérletére kifejlesztett modell lépései

vető algoritmust fejlesztettem ki bármilyen lehetséges trajektória szimulálására, melynek az alapgondolatát a hegesztőrobotok világa és a varratkötvető szenzorok adták. A 2. ábra hőmérsékleti mezőket mutat be virtuális próbatetek hegesztése során egy-, két- és háromdimenziós trajektória (1D, 2D és 3D) esetén, a kifejlesztett algoritmus alkalmazásával.

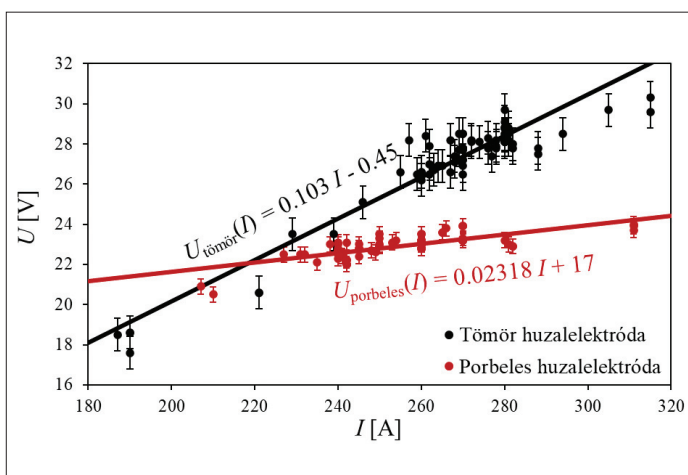
Az acél gyártmányokon végrehajtott virtuális kísérletek egy fejlett méretezési módszert jelentenek a gyártásban és tervezésben. Az alkalmazott módszert a 3. ábra szemlélteti, mely egy trapézlemez gerincű tartó von Mises sajátfeszültségeit mutatja be a gyártási folyamat minden egyes lépését követően, (i) hidegalakítás, (ii) termikus vágás és (iii) hegesztés után. A (iv) jelű részlet a virtuális kísérletek során újradefiniált terheket és peremfeltételeket ábrázolja. A von Mises feszültségeket, beleértve a maradó feszültségeket a nyírási horpadási tönkremenetel közben a (v) jelű részlet mutatja be. A numerikus eljárást zárt szelvényű oszlop kísérlettel és numerikus modellel meghatározott kihajlási ellenállása alapján validáltam. Az eredményeket összehasonlítottam, melyekben 2%-nál kisebb eltérést tapasztaltam szakítóvizsgálatok alapján meghatározott anyagjellemzők alkalmazásával [7].

Hegesztési folyamatmodell fejlesztése

Egy olyan hőbevitel alapú hegesztési folyamatmodell kidolgozása adta a kutatás további alapját, amely a Golder-féle dupla ellipszoid hőforrás modellel alkalmazza és háromdimenziós hőátadási problémát old meg huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés

tési eljárásváltozatok esetén. A kutatás során egy szélturbina generátorház szegmensének kisméretű, hegesztett T-kötései kerültek górcső alá. A kísérleti kutatási program egyik célja a különféle huzalelektrodák, hegesztési változók és varratípusok termelékenységre és a szerkezeti viselkedésre gyakorolt hatásainak meghatározása. A nagyciklusú fáradás döntő jelentőségű szélturbinák esetében, ezért három eltérő kialakítás – K-varratos, kétoldali sarokvarratos és egyoldali 1/2 V-varratos T-kötés – vizsgálata is megtörtént, amelyek ciklikus terheléssel szemben jelentősen eltérő ellenállással rendelkeznek.

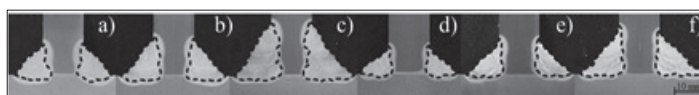
A kísérleti programban összesen harminc darab próbatestet vizsgáltam: 6 darab K-varratos, 18 darab kétoldali sarokvarratos (egy, illetve több varratsoros), valamint 6 darab egyoldali 1/2 V-varratos T-kötést gyártottak le kézi hegesztéssel. Az összes próbatest hossza egységesen 100 mm volt a generátorház szegmensnél alkalmazott kötésnek megfelelően. Az alaplamezek mérete 300 mm × 100 mm × 40 mm, míg a merevítők mérete 140 mm × 100 mm × 15 mm volt. Az alaplamezek és a merevítők S355J2+N szerkezeti acélból készültek. A próbatetek PA vályú vagy PB vízszintes sarokhelyzetben készültek Fronius Trans Puls Synergic 5000 huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztő áramforrást használva, melyre enyhén eső áramforrás jellegű görbe jellemző. Egyenáramot és fordított polaritást (DC+) alkalmaztak hegesztés közben, az áramerősség (I) és feszültség (U) értékeket hegesztés közben feljegyeztem. Így az egyes varratsorokhoz a munkapontokat előállítottam (feltételezve, hogy az ívhossz konstans) tömör



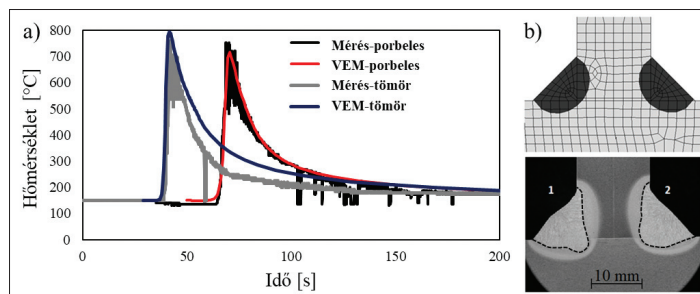
4. ábra Munkapontok és az áramerősség-feszültség összefüggések tömör és porbeles huzalelektrodák esetén

és porbeles huzalelektrodák esetén is. Egyszerűsítésképpen lineáris regressziót végrehajtva – a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva – a hegesztési áramerősség és feszültség közötti kapcsolatot meghatároztam a vizsgált huzalelektroda típusokhoz (4. ábra), mely ily módon az előzetes tervezésnél a hőbevitel számításánál, valamint a T-kötések hegesztésszimulációjához kifejlesztett numerikus modellben közvetlenül alkalmazható. A hibasávok a mért és regressziós egyenessel meghatározott vonatkozó értékek eltéréseinek szórását jelölik tömör és porbeles huzalelektrodáknál ($s = 0.81$ V és $s = 0.38$ V), ez az ív karakterisztika ívhossz és áramátadómunkadarab távolság csökkenéséből-növekedéséből adódó bizonytalanságokkal – és a különböző anyagátviteli módokhoz tartozó változások figyelmen kívül hagyásával – magyarázható. A tömör huzalelektroda Esab OK Aristorod 12.50 (EN ISO 14341:2011 G 42 4 M G3Si1), a porbeles huzalelektroda Böhler Ti52 T-FD (EN ISO 17632:2016 T 46 4 P M 1 H5) típusú volt, mindkét esetben 1.2 mm átmérővel. A védőgáz EN ISO 14175 - M21 - ArC – 18 volt 12–15 l/min gázáramlási mennyiség mellett. Az előmelegítési és sorközi hőmérséklet 150 °C volt a kísérletek során, melyet hőfokjelző krétával ellenőriztek. A környezeti hőmérséklet 20–22 °C között, a fajlagos hőbevitel 0.60 és 2.71 kJ/mm között változott a hozaganyagtól, a varratkialakítástól és a varratsorok számától függően. A vizsgálatok során a varratsorok számának és a fajlagos hőbevitelnek a hegfürdő keresztmetszeti területére gyakorolt hatása volt a középpontban.

A hegfürdő méretek makrocsiszolatok (ld. 5. ábra a kísérleti program 6



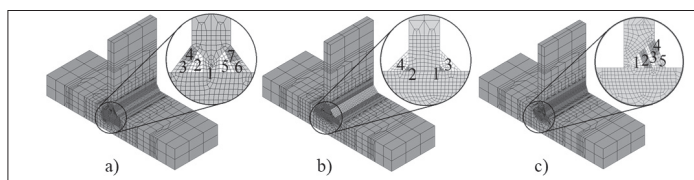
5. ábra Makrosziszolatok kétoldali sarokvarratoknál (többsoros varratok)



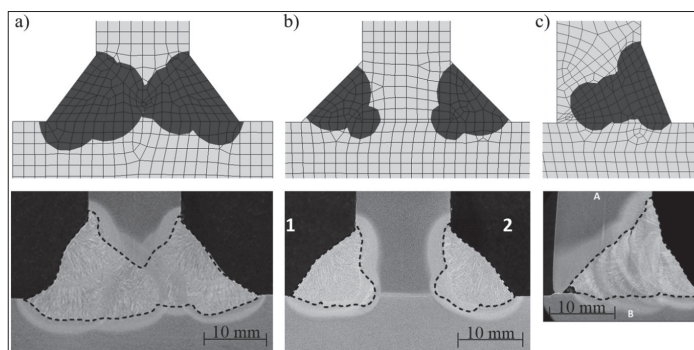
6. ábra. Termikus hatások meghatározása a) hőmérsékleti mérések alapján porbeles és tömör huzalelektrodához, valamint b) kétoldali sarokvarrattal kialakított próbatest makrosziszolata

darab kétoldali, többsoros sarokvarrata esetén), a hőmérséklet-idő görbék K-hőelemes és hőkamerás mérések alapján lettek meghatározva. Ezek a mérések képezik a hegesztési folyamatmodell validálásának alapját. A próbatestek hegesztésből adódó maradó deformációit koordináta-mérő géppel (coordinate measuring machine - CMM) történő mérések alapján határoztam meg a kezdeti és deformált alakokon elvégzett vizsgálatok, majd a mérési adatok koordináta-transzformációinak felhasználásával. A termikus hatások kalibrálását a 6. ábrán bemutatott kísérleti ('Mérés') és numerikus ('VEM') idő-hőmérsékleti görbék összehasonlításával végeztem el. Az ábra egy kétoldali sarokvarrattal kialakított próbatest makrosziszolatát és a végelelemes modell keresztmetszetét is bemutatja, mely jelzi a hegfürdő nagyságát. Fontos kiemelni, hogy a numerikus modell kalibrálása a hegfürdő mérete és nem a hegfürdő alakja alapján történt. A cél a mért hegfürdő méretének közelítése volt a hegesztési változók bizonytalanságainak kezelésére önkényesen megadott $\pm 10\%$ -os tartományon belül. A feltételnek eleget téve a numerikus számítások futtatásakor a termikus hatások mindkét elektródatípusnál $\eta = 0.90$ volt. A numerikus modellbe beépített dupla ellipszoid hőforrás modelljellemező paraméterei a hegesztési változók tipikus tartományára kerültek kalibrálásra kétoldali, egysoros sarokvarratok esetén, mely összesen tizenkét próbatest modellezését jelenti a numerikus kutatási programban. A kötések tényleges méretekké, a megfelelő gyökmérettel kerültek modellezésre. Számos iteráció elvégzése után

kifejlesztettem a Goldak-féle dupla ellipszoid hőforrás modell a és b jellemző paramétereit, melyek porbeles huzalelektrodákhoz fajlagos hőbeviteltől függő polinom függvény formájában, míg tömör huzalelektrodánál fajlagos hőbeviteltől független, konstans értéke formájában álltak elő. A paraméterek közötti további összefüggésekkel a doktori disszertáció, illetve folyóiratcikk [8] foglalkozik. Az így kapott hegfürdő méretek esetén a minimális és a maximális hiba -9.9% és 9.8% , míg a hibák átlaga és szórása -1.9% és 6.0% volt. A kétoldali, egysoros sarokvarratok alapján kalibrált paraméterek validálását egy kibővített paramétertartomány segítségével háromféle kialakítás – több varratsoros K-varratos, kétoldali sarokvarratos és egyoldali $\frac{1}{2}$ V-varratos T-kötés – esetén hajtottam végre, az egyes konfigurációk közül egyet-egyet mutatok be. A 7. ábra a validálási folyamatban figyelembe vett geometriájú T-kötések végelelemes modelljeit és hegesztési sorrendjét mutatja be. A 8. ábra mutatja be a szimulált hegfürdőket és az összeolvadási határokat szaggatott vonalakkal kiemelve a makrosziszolatokon. A likvidusz hőmérsékletet 1500°C -nak feltételeztem. A mérések és a numerikus eredmények jó egyezést mutatnak, a hegfürdők méretének abszolút maximális hibája 8.8% , ami jó közelítésnek mondható. A 8. ábrán bemutatott és a validációnál alkalmazott a)–c) jelű próbatestek maximális szimulált keresztirányú deformációja sor-



7. ábra Több varratsoros a) K-varratos, b) kétoldali sarokvarratos és c) $\frac{1}{2}$ V-varratos T-kötések végelelemes modellje és hegesztési sorrendje



8. ábra Szimulált és mért hegfürdők több varratsoros a) K-varratos, b) kétoldali sarokvarratos és c) $\frac{1}{2}$ V-varratos T-kötéseknél

rendben 2.19 mm (mérés: 2.80 mm), 1.02 mm (mérés: 1.53 mm) és 8.65 mm (mérés: 8.85 mm) volt. Az eredmények azt mutatják, hogy a K-varratos és a kétoldali sarokvarratos kialakítások kedvezők deformációvezérelt tervezésnél. Nyilvánvaló, hogy az egyoldali $\frac{1}{2}$ V-varratos T-kötés ebben a tekintetben a legkedvezőtlenebb konfiguráció. A hosszirányú deformáció elhanyagolható ($\sim 0.2\text{--}0.3\text{ mm}$) volt a keresztirányú deformációkhoz képest a rövid próbatesteknél.

Összefoglalás

Nagyszámú kísérleti adat alapján kidolgozásra és validálásra került egy újfajta, hőbevitel alapú hegesztési folyamatmodell, mely Goldak-féle dupla ellipszoid hőforrás modellt alkalmaz és háromdimenziós hőátadási problémát old meg huzalelektrodás, aktív védőgázos (82% argon és 18% széndioxid gázkeverék) ívhegesztési eljárásváltozatok esetén. A folyamatmodell alkalmazásával S355J2+N jelű szerkezeti acélok esetén a hegfürdő mérete és maradó deformációk megfelelő pontossággal meghatározhatók hegesztési pozícióként PA vályúhelyzetet vagy PB vízszintes sarokhelyzetet, tömör vagy porbeles huzalelektrodát alkalmazva. A kidolgozott hegesztési folyamatmodell újdonsága, hogy a fajlagos hőbevitel és a hőforrás modell paraméterei közötti összefüggést írja le sarokvarratos, K-varratos és $\frac{1}{2}$ V-varratos T-kötések esetén. A vali-

dált folyamatmodell közvetlenül alkalmazható a bemutatott paraméter-tartományban és hegesztéstechnológiai megkötések mellett többek között (i) termékfejlesztésnél, (ii) gyártásoptimalizálásnál, (iii) maradó deformációk és utólagos korrekciós munkálatok csökkentése, valamint (iv) selejtelemek számának redukálása érdekében.

Abstract

Welding and subsequent cooling cause complex thermal cycles resulting in residual stresses and distortions in the weldment. There are several in-process control methods and post-weld corrective methods that can be used to mitigate welding-induced imperfections; however, these can be expensive and time-consuming techniques. Virtual manufacturing (i.e., numerical modelling-based manufacturing simulations) and virtual tests (i.e., numerical modelling-based resistance calculations) mean a novel possibility in product development and optimization by coupling design and manufacturing directly, and taking manufacturing specialities into account in design approaches. Therefore, the paper, and the according dissertation, deals with the application and refinement of welding simulation methods. The dissertation focuses on three different research topics in the field of steel structures using numerical simulations consisting of virtual manufacturing and virtual testing. First, a numerical modelling framework is developed and validated for simulating arc welding processes in order to predict temperature, stress and deformation fields during welding. The novelty of the framework is an automated weld tracking algorithm developed for tracking arbitrary three-dimensional welding trajectories. Secondly, a weld process model, focusing on weld pool size in structural steel weldments, is developed and validated using a three-dimensional heat transfer model and Goldak's double ellipsoidal heat source model for metal active gas welding processes. Manufacturing and testing of steel corrugated web girders are in the focus of the third research topic; however, it is not presented in the current paper as it is mainly a civil engineering practice related issue.

Absztrakt

A hegesztés és az azt követő lehűlés összetett hőciklusokat eredményez,

amelyek a hegesztett szerkezetekben maradó feszültségekhez és maradó deformációkhoz vezetnek. Számos gyártásközi és gyártás utáni korrekciós módszer létezik, amelyek alkalmazhatók a hegesztésből származó geometriai és szerkezeti eltérések csökkentésére. Ezek végrehajtása azonban általában költséges és időigényes. A virtuális gyártás (azaz numerikus modell alapú gyártási szimulációk) és virtuális kísérletek (azaz numerikus modell alapú teherbírásvizsgálat) új irányt jelentenek és lehetőséget teremtenek a termékfejlesztésnél és optimalizálásnál gyakorlatban a gyártás és tervezés közvetlen összekapcsolásával, gyártási specifikumok tervezési, valamint méretezési mód-szerekben való figyelembevételével. A cikk – és a cikk alapját képező doktori disszertáció – hegesztésszimulációs eljárások alkalmazásával és pontosításával foglalkozik. A disszertáció három kutatási témát tartalmaz, melyek acélszerkezetek virtuális gyártásával és virtuális tesztelésével foglalkoznak. Először egy numerikus modellezési keretrendszert került kidolgozásra és validálásra ívhegesztési folyamatok szimulációjára a hegesztés során fellépő hőmérsékleti, feszültség és deformációs mezők meghatározásának céljából. A keretrendszer újszerűsége hegesztésszimulációs célszoftverekhez képest egy beépített automatizált varratkövető algoritmus kifejlesztése, amely tetszőleges háromdimenziós hegesztési trajektória lekövetésére alkalmas. A második kutatási téma egy hőbevitel alapú hegesztési folyamatmodell kifejlesztése és validálása, mely a hegfürdő méretének meghatározására szolgál szerkezeti acélok-nál. A folyamatmodell háromdimenziós hőátadási modellt és Goldak-féle dupla ellipszoid alakú hőforrás modellt alkalmaz huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztési eljárás-változatok esetén. A kutatás harmadik témája trapézlemez gerincű tartók virtuális gyártására és teherbírás meghatározására fókuszál, azonban ezzel jelen cikk nem foglalkozik, mivel egy főként építőmérnöki vonatkozású témáról van szó.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben szereplő kísérleti program elvégzése a GINOP-2.1.1-15-2016-008854 számú, 'Energiatermelő berendezések nagy teljesítőképességű acél szerkezeti elemeinek gyártástechnológiai kutá-

tás-fejlesztése' című kutatás-fejlesztési projekt keretein belül zajlott, apénzügyi támogatásért a szerző ezúton is köszönetét fejezi ki.

Hivatkozások

- [1] Kollár D. (2020). Welding Simulation in Advanced Manufacturing and Design of Steel Structures. PhD disszertáció. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
- [2] Kollár D., Kövesdi B. (2020). Welding simulation of corrugated web girders - Part 1: Effect of manufacturing on residual stresses and imperfections. Thin Walled Structures, 146, 106107. doi:10.1016/j.tws.2019.04.006.
- [3] Kollár D., Kövesdi B. (2019). Welding simulation of corrugated web girders - Part 2: Effect of manufacturing on shear buckling resistance. Thin Walled Structures, 141, 477–488. doi:10.1016/j.tws.2019.04.035.
- [4] Somodi B., Kollár D., Kövesdi B., Nézó J., Dunai L. (2017). Residual stresses in high-strength steel welded square box sections. Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Structures and Buildings, 170, 804–812. doi: 10.1680/jstbu.16.00139.
- [5] Kollár D., Kövesdi B., Nézó J. (2017). Numerical simulation of welding process – Application in buckling analysis. Periodica Polytechnica Civil Engineering, 61, 98–109. doi: http://dx.doi.org/10.3311/PPci.9257.
- [6] Goldak J.A., Chakravarti A., Bibby M. (1984). A new finite element model for welding heat sources. Metallurgical Transactions B, 15, 299–305.
- [7] Kollár D., Kövesdi B. (2016). Experimental and numerical simulation of welded columns. In: Bauer B., Garasic I. (szerk.), Proceedings of 41st International Conference Zavarivanje – Welding 2016 - Opatija, Hrvatsko Drustvo Za Tehniku Zavarivanja /Croatian Welding Society, Zagreb, 123–132.
- [8] Kollár D., Kövesdi B., Vigh L.G., Horváth S. (2019). Weld process model for simulating metal active gas welding. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 102(5-8), 2063–2083. doi: 10.1007/s00170-019-03302-3.

Kollár Dénes (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Hidak és Szerkezetek Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.)



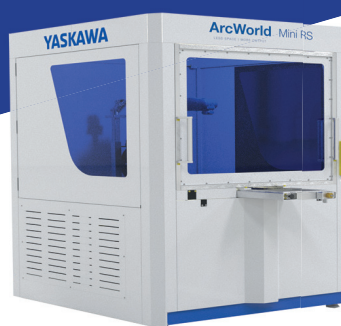
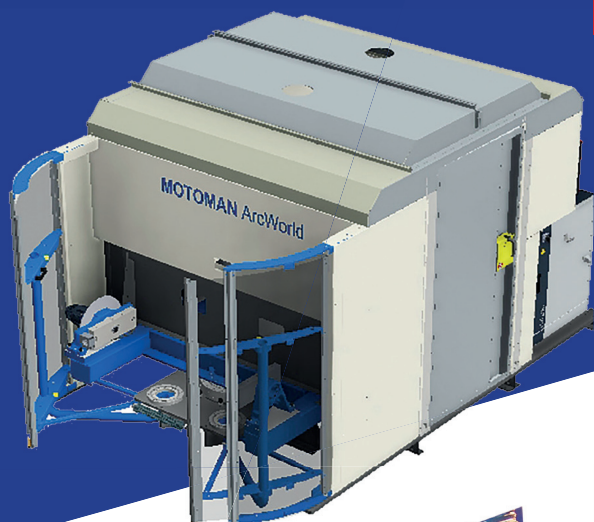
YASKAWA

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

- Kis helyigény
- Gyors és egyszerű telepíthetőség, és áthelyezhetőség
- Esztétikus kivitel
- Rövid szállítási határidő

ArcWorld Mini és Micro robotcellák
Most rendkívüli kedvezményes áron!

Várjuk érdeklődésüket!
info@flexmanrobotics.hu



Nagyméretű, utazópályás

- kis helyigényű megoldások
- nagyméretű, akár komplex munkadarabokhoz is.



FLEXMAN
ROBOTICS

Flexman Robotics Kft. | 1173 Budapest, Összekötő u.1.
+36 1 256 2281 | facebook.com/FlexmanRobotics/

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított fémeket hegesztők oktató- és felkészítőhelyei

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
MSZC Andrassy Gyula Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Miskolc	Molnár Péter	46/412-444
ANDRITZ Kft.	Tiszaécske	Csóke Róbert	76/542-130
BSZC Csiha Győző Szakgimnázium és Szakközépiskola	Hajdúnánás	Pappné Fülöp Ildikó	52/570-533
BSZC Eötvös József Szakgimnázium Szakközépiskola Szakiskola Központi Tanműhely	Berettyóújfalú	Berczi Lajos	54/402-092
BIS Hungary Kft	Tiszaújváros	Gerőcs Péter	49/322-523
DUNAGÁZ Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsanett	33/513-100
Kaposvári SZC Eötvös Loránd Műszaki Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Kaposvár	Krénsz Ernő	82/419-246
EU-ARK Mérnökség Kft.	Felsőzsolca	Arnóczki László	46/584-363
PSZC Faller Jenő Szakképző Iskola és Kollégium	Várpalota	Arany Gabriella	88/582-520
Szekszárdi SZC Eszterházy Miklós Szakképző Iskola és Kollégium	Dombóvár	Borbély Sándor	74/465-725
Zalaegerszegi SZC Munkácsy Mihály Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Zalaegerszeg	Ferencz László	92/313-785
Neumann János Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar Anyagtechnológia Tanszék	Kecskemét	Hareancz Ferenc	76/516-376
Géza fejedelem Ipari Szakképző Iskola	Esztergom	Juhász István	33/510-006
OT-Industries – KVV Kivitelező Zrt.	Siófok	Nemecz Imre	84/310-310
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.	Budapest	Gyura László	1/347-4785
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/328-093
Nyírség Szakmai Továbbképző Kft.	Nyíregyháza	Sipeki Gyula	42/410-814
MVM OVIT Zrt. Erőművi Gépgyártási Üzletigazgatóság	Kiskunfélegyháza	Sári András	20/348-63-88
SIEMENS Zrt – SIEMENS Képzési Központ	Budapest	Dr. Gmóser Anikó	30/311-4831
SZTÁV Felnőttképző Zrt.	Budapest	Szűcs Jenő	20/773-4092
BGSZC Szily Kálmán Műszaki Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma	Budapest	Bujdosó Balázs	1/280-6382
Termelés-Logistic-Centrum Kft.	Balatonfüred	Bíró Tamás	20/279-0944
Kecskeméti SZC Virágh Gedeon Szakgimnáziuma és Szakiskolája	Kunszentmiklós	Mező Sándor	76/550-180
WELDCONTROL Bt.	Budapest	Taródi Zoltán	20/237-13-13
Szegedi SZC Móravárosi Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Szeged	Vetro István	62/551-541
FGF Kereskedelmi és Képviseleti Bt.	Budapest	Magony László	1/363-6959
Dunaújvárosi Egyetem Műszaki Intézet Hegesztőképző Bázis	Dunaújváros	Hájas Zoltán	25/551-100

**A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által
az MSZ EN ISO 9712 szerinti vizsgálók képzésére tanúsított helyek**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt.	Budapest	Klausz Gábor	1/276-8945
ORSZAK Novum Kft.	Budapest	Veszelák Olivér	20/326-4291
SZTÁV Zrt.	Budapest	Szilágyi Antal	20/773-4001
Hidra Felnőttképző Központ Kft.	Budapest	Koczák Imre	20/965-5551
AGMÜSZK 2000 Kft.	Szekszárd	Bánki Ede	20/964-4860
SIEMENS Zrt.	Budapest	Ficzere Krisztián	30/218-7783

**A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által
tanúsított műanyagot hegesztők oktató és felkészítőhelyei**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
DUNAGÁZ Gázipari Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsanett	33/513-100
VÖRSAS Termékelőállító és Szolgáltató Kft.	Budapest	Illés Gábor Ernő	252-0232
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	0637/528-010
TIGÁZ Zrt.	Miskolc	Naszrai Tamás	52/558-189
UMUNDUM Kft.	Páty	Mailingner Márk	23/889-748
FGF Bt.	Budapest	Rozsnyai Kálmán	1/363-6559

**Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület által
EWF/IIW oktatás bonyolítására jóváhagyott bázisok**

Oktatóhely neve	A kérelem tárgya	A tanúsítvány érvényességi ideje
Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT) Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS) Nemzetközi Hegesztőtómérnök (IWE)	2024. január 18.
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék Budapesti	Nemzetközi Hegesztőtómérnök (IWE)	2020. június 02. Érvényesség meghosszabbítva 6 hónappal
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft. Visonta	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP) Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-E) Nemzetközi Hegesztő (IW-G) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2020.június 21 Érvényesség meghosszabbítva 6 hónappal
Miskolci Egyetem Mentorius Tudás és Képző Központ	Nemzetközi Hegesztőtómérnök (IWE)	2023. szeptember 29.
	Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervzetőmérnök (IWSD)	2023. szeptember 29.
	EWP-RW EWS-RW	2024. május 21.
	IMW-B, IOW-B, IRW-B, IRW-C, IMORW-C	Regisztráció
Nyíregyházi Egyetem Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	2024. július 23.
	Nemzetközi Hegesztőtómérnök (IWE)	2022. október 29.
MHtE Akadémia	Nemzetközi Gyártásfelügyelő (IWIP-B; S; C)	2024. február 6.



FIMER

KRONOS

gépcsalád: 320A, 400A, 500A

Mikroprocesszor vezérelt digitális, inverteres, impulzusos huzalelektródás áramforrások

Processzorvezérelt inverteres MIG/MAG áramforrás

- 5,7" színes kijelző
- programmentési funkció SD kártyára
- magyar nyelvű menürendszer
- 4 hajtott görgős toló
- 50°-on tesztelt és mért terhelési adatok

DSF funkció

A DSF (Dual Short Fimer) funkció egy impulzusos, de rövidzáras technológiát jelent. Egy magasabb főáram, ami a mély beolvadást okozza, és egy alacsonyabb mellékáram együttese. A funkció kimondottan gyökhegesztésre lett kifejlesztve.

HSF funkció

A HSF (High Speed Fimer) funkciót kimondottan a nagy hegesztési sebesség és mély beolvadás érdekében fejlesztették ki. A végeredmény a stabil, erős fúvóhatású hegesztés minimális fröcsköléssel, minimális deformációval.

WDR funkció

A Kronos család minden tagja képes a hegesztési paramétereket a saját vezérlőkártyájára (SD kártyájára) menteni. A gép a paramétereket valós értéken elmenti minden kívánt varratnál, az így kapott dokumentáció pedig bármikor felhasználható statisztikák készítésére, WPS lapokhoz csatolva, vagy bármilyen vevői előírásnak való megfelelésre.

Rögzített paraméterek: hegesztőáram | feszültség | huzalsebesség

CSAPHEGESZTÉS



- ▶ pontosan
- ▶ biztosan
- ▶ gyorsan

Műszaki adatok

- ismétlési pontosság: 0,2 mm
- hegesztési ütemidő: 20-30 db/perc
- adagolás: kézi/automata
- asztalméret: 700x600-tól 2500x1700 mm-ig

Extra kiegészítők

- lézeres pozíció meghatározás
- minőségbiztosítási modul
- internetes távfelügyeleti modul
- felületnedvesítő
- pneumatikus lemezleszorító
- adatimportáló modul

CSAPHEGESZTŐ OKTATÓBÁZIS
• MSZ EN ISO 14732 szerinti bizonyítványhoz •

Qualiweld
Welding & Trade Kft.

H-8778 Újudvar, Kámánccpuszta 016/4 hrsz.
Tel.: +36 93/519-018 • Fax: +36/93/519-017
E-mail: info@qualiweld.hu • www.qualiweld.hu

Making our world more productive



Linde

Lángtechnológiák

A hegesztés előtti előmelegítési folyamatok hatékony és gyors végrehajtása acetilén-sűrített levegő üzemű égőkkel, az alapanyag szerkezetének károsodási veszélye nélkül.

Az eljáráshoz szükséges berendezéseket és gázokat a Linde Gáz Magyarország Zrt. biztosítja Önöknek.

Műanyaghegesztők aranykönyve



Önnek fontos szerepe van a jövőben!

Bizonyára fel tud idézni egy, vagy több kiválóságot azon a területen, ahol dolgozik! A jó szakember magabiztos, eredményesen végzi munkáját. Nem csak a begyakorolt fogások elvégzésében teljesít kiválóan, hanem a váratlanul felmerült helyzetek megoldásával is könnyebben boldogul. Iparágában versenyeznek érte.

Tudja, hogy miből erednek a minőségi kifogások például a mélyépítésben, vagy a korszerű csőhálózatok építésénél? Hiába a beruházók igyekezete, a nagy értékű kiváló anyagok beépítése sem hozza az elvárt eredményeket. Sok esetben a már üzemelő rendszerek állapota sem megnyugtató. A problémák nagy része az ismeretek nélküli hibás alkalmazásból és a téves információkból erednek.

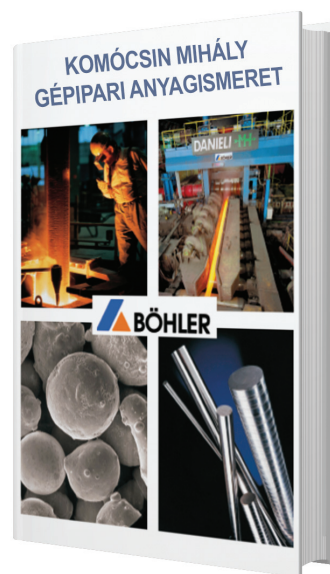
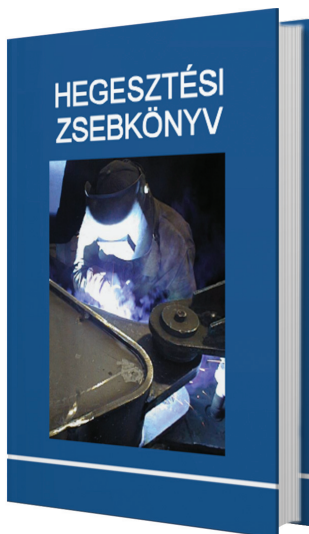
Amikor ezt olvassa, már biztos eldöntötte, hogy komolyan érdeklődik a műanyaghegesztés-technológiák alkalmazása iránt. A Műanyaghegesztők aranykönyve az elmúlt 40 év tényleges kivitelezési gyakorlatának naprakész feldolgozásával lehetővé teszi, hogy kiemelkedjen Magyarországon egy igényes kivitelezői kör, akiknek a munkájában megbízhatnak a megrendelők. Legyen részese ennek a szakmai közösségnek és szükség esetén ne habozzon kapcsolatba lépni a kiadóval, mert a támogatására Ön is számíthat!

TAM CERT Magyarország Vizsgáló és Tanúsító Kft.
Műszaki Könyvkiadója és Forgalmazója COKOM Kft. kiadásában

Hegesztési zsebkönyv

Az elismert szerzői gárda szakmai könyve – Béres Lajos, Gáti József, Grempberger Géza, Komócsin Mihály és Kovács Mihály – a TAM CERT Magyarország Kft. gondozásában és terjesztésében ismét kapható. A Hegesztési zsebkönyv első megjelenését követően rövid időn belül annyira keresetté vált, hogy a példányok gyors fogyása, a szakterület fejlődése szükségessé tette a zsebkönyv újbóli nyomását és terjesztését. A könyv alapművé vált a felsőoktatásban és az iparban egyaránt. A zsebkönyv a fémek és polimerek anyagismeretének áttekintése mellett részletesen tárgyalja a hegesztés gyártástechnológiáját, a hegesztett szerkezetek kialakításának szempontjait, foglalkozik az alkalmazott készülékekkel, a hegesztő szakemberek nemzetközi képzési és minősítési rendszerével, sőt a felhasználót a minőségbiztosítás és -irányítás területére is bevezeti. A könyv zárásaként a közös nemzetközi szakmai nyelvet segítő 600 kifejezést tartalmazó háromnyelvű szótár található.

Megrendelhető: cokom@tamcert.hu, cokom@cokom.hu, vagy a www.tamcert.hu felületen.



Gépipari anyagismeret

6 kiadást megélt szakkönyv Komócsin Mihály szerzői tollából fakadt. Ahogy a mű alkotója is fogalmaz a „könyv újabb kiadását az tette szükségessé, hogy valamennyi példánya elfogyott a könyvesboltok polcairól”. A hasznos segítséget jelentő alkotás fontos olvasmányává vált a szakma felelős művelői, és az egyetemi oktatásban részesülő gépészmérnök hallgatók számára. A könyv tartalmazza az anyagismeret egyetemi és főiskolai szintű oktatásának tapasztalatait, hisz egyik fő célja a felsőoktatás ilyen tartalmú tantárgyainak elsajátításának segítése. A szakirodalom alkalmas mind az iparban dolgozó mérnökök gyakorlati munkájának segítésére, mind – a tartalom mélységére tekintettel – a BSc és az MSc képzésben részt vevő hallgatók tankönyv igényének kiszolgálására.

Megrendelhető: cokom@tamcert.hu, cokom@cokom.hu, vagy a www.tamcert.hu felületen.



3M™ SPEEDGLAS™ G5-01 nehézipari hegesztőpajzs

- Natural Color színtechnológia
- állítható légáramlás
- teljesen személyre szabható



www.corweldplus.hu

3M Science.
Applied to Life.

OERLIKON

CITOWAVE III

Hegesztő áramforrások
harmadik generációja

MODERN TERVEZÉS

teljes mértékben
alkalmazkodik az Ön
igényeihez



SWAN

Hegesztés-felügyelő
adminisztrátor hálózat



**KÖNNYEN
KEZELHETŐ
KORSZERŰ
TECHNOLÓGIA**

7 EGYEDI ELJÁRÁS:

Speed Short Arc, Puls,
Soft Silence Pulse, Spray Modal,
High Penetration Speed, Advanced
SeQuencer, Pure Controlled Metal

GARANCIA

3

ÉV

www.oerlikon-welding.com

www.lincolnelectric.com



Az MHtE szolgáltatásai

NEMZETI ÉS NEMZETKÖZI PROJEKTEKBEN VALÓ RÉSZVÉTEL

IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK TANÚSÍTÁSA MIR, KIR, MEBIR

HEGESZTÉSI TECHNOLOGIÁK MINŐSÍTÉSE

a 2014/69/EU direktíva alapján, mint kijelölt és bejelentett NB szervezet (Nr. 2672)

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS az ISO 3834, EN ISO 3834,
MSZ EN ISO 3834 szerint. A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW),
Európai Hegesztési Szövetség (EWF)

valamint a Nemzeti Akkreditáló Hatóság (NAH) akkreditálása és felhatalmazásai alapján

Az ömlesztő hegesztés végzésének feltételeiről szóló 8/2018 ITM R. szerinti üzemalkalmasság tanúsítására kijelölt szervezetként

Nemzetközi és Európai Hegesztőmérnök, -Technológus, -Specialista, -Tervező, -Hegesztő, -Inspektor
(Gyártásfelügyelő), -Kiemelt Hegesztő, Ellenállás Hegesztő, Ellenállás Hegesztő Specialista (új)

DIPLOMÁK KIADÁSA

Diplomával rendelkezők tanúsítása,
az EWF/IIW felhatalmazásai alapján.

FÉMET ÉS MŰANYAGOT HEGESZTŐK ÉS FORRASZTÓK MINŐSÍTÉSE

az MSZ EN ISO 9606, MSZ EN ISO 14732, MSZ EN ISO 13585,

MSZ EN 13067 és NGM 15/2012 közleménye (aktualizálva)

szerint minisztériumi kijelölés és NAH akkreditáció alapján

és a 2014/68/EU direktíva alapján, mint NoBo szerint is (Nr. 2672)

VIZSGÁLÓK MINŐSÍTÉSE az MSZ EN ISO 9712 szerint

NAH által akkreditálva és a 2014/68/EU direktíva alapján harmadik félként is.

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS DIN EN 1090,

DIN EN 15085 szerint a GSI/SLV-val kötött szerződés alapján

MHTE AKADÉMIA

OKTATÁSI TEVÉKENYSÉG, gyártásfelügyelői képzés (EWIP/IWIP)

HEGESZTŐBÁZISOK TANÚSÍTÁSA

(nemzeti és nemzetközi képzésekre)

OKTATÁSI SZOFTVEREK

„HEGESZTÉSTECHNIKA” folyóirat (cikkek, hirdetések)

HEGESZTÉSI FELELŐSÖK ÉVES ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁSA,
KONFERENCIÁK, SZEMINÁRIUMOK SZERVEZÉSE

MŰSZAKI SZAKTANÁCSADÁS



Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgálati Egyesülés

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: 215×290 mm.

A hirdetések mérete:

A/4	kifutó	215+10 mm×290+10 mm
	nem kifutó	190 mm×250 mm
A/5	fekvő	190 mm×125 mm
	álló	125 mm×250 mm
A/6		125 mm×100 mm
	fekvő	190 mm×70 mm
	álló	60 mm×250 mm

A 2021-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak az alábbiak:

	Méret			
	A4	A5	A6	
Címlap fotó (218 mm × 168 mm)	135	–	–	eFt
Hátsó külső borítón	125	–	–	eFt
Első belső borítón	120	–	–	eFt
Hátsó belső borítón	115	–	–	eFt
Belíven	110	95	85	eFt
PR-hírek és információ	30	20	–	eFt
Az MhTE honlapján www.mhte.hu hirdetés	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.

Dr. Gremesberger Géza
főszerkesztő

**LAPZÁRTA MINDEN NEGYEDÉV
ELSŐ HÓNAPJÁNAK 10. NAPJA.**

Felelős kiadó: GAYER BÉLA, az MhTE igazgatója
Főszerkesztő: Dr. Gremesberger Géza, Telefon: 0620-983-77-99
Szerkesztő, hirdetés szervező: GAYER BÉLA
Telefon: 06 1 769 0056/8; bgayer@mhte.hu
Szerkesztőség: Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés,
1149 Budapest, Mogyoródi út 32.
Telefon: 06 1 769 0056, Fax: 06 1 769 2027
e-mail: mhte@mhte.hu

Felelős vezető:

Gollob Józsefné, a PLANTIN Kft. ügyvezető igazgatója

Fedélterv, szedés, tördelés és nyomtatás:

a PLANTIN Kiadó és Nyomda Kft.-nél készült,
1092 Budapest, Ráday utca 31.

Telefon: 06 30 9210 478, 06 20 9370 350

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 postautalványon

3.) banki átutalással

ISSN 1215-8372

Fizetett hirdetések

AC Plymovent Kft.	46	Lincoln Electric Kft.	66
Böhler Kereskedelmi Kft. B. II.		Linde Gáz Mo. Zrt.	63
Centrotool Kft. B. III.		Mátia Diagnosztika Kft.	39
Cooptim Ipari Kft.	54	Messer Hungarogáz Kft. B. I.,	32
Corweld Plus Kft.	27, 65	Polyweld Kft.	40
Crown Int. Kft.	45	Qualiweld Kft.	62
ÉMI-TÜV Kft.	28	Rechnen Kft.	44
Flexman Robotics Kft.	59	Rehm Kft. B. IV.	
Géper Kft.	31	Welding Hungary	2
Hungaroprint Kft.	17	Weldotherm Kft.	18

2021. január 1-től a „Hegesztéstechnika” folyóirat kivitelezését, szedését, tördelését, nyomását az APPY GAMES Bt. fogja végezni.

Székhely: 3534 Miskolc, Stadion utca 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 a 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).



»OBSERVER«

**1084 Budapest, Auróra utca 11.
Telefon: 303-4738; Fax: 303-4744**