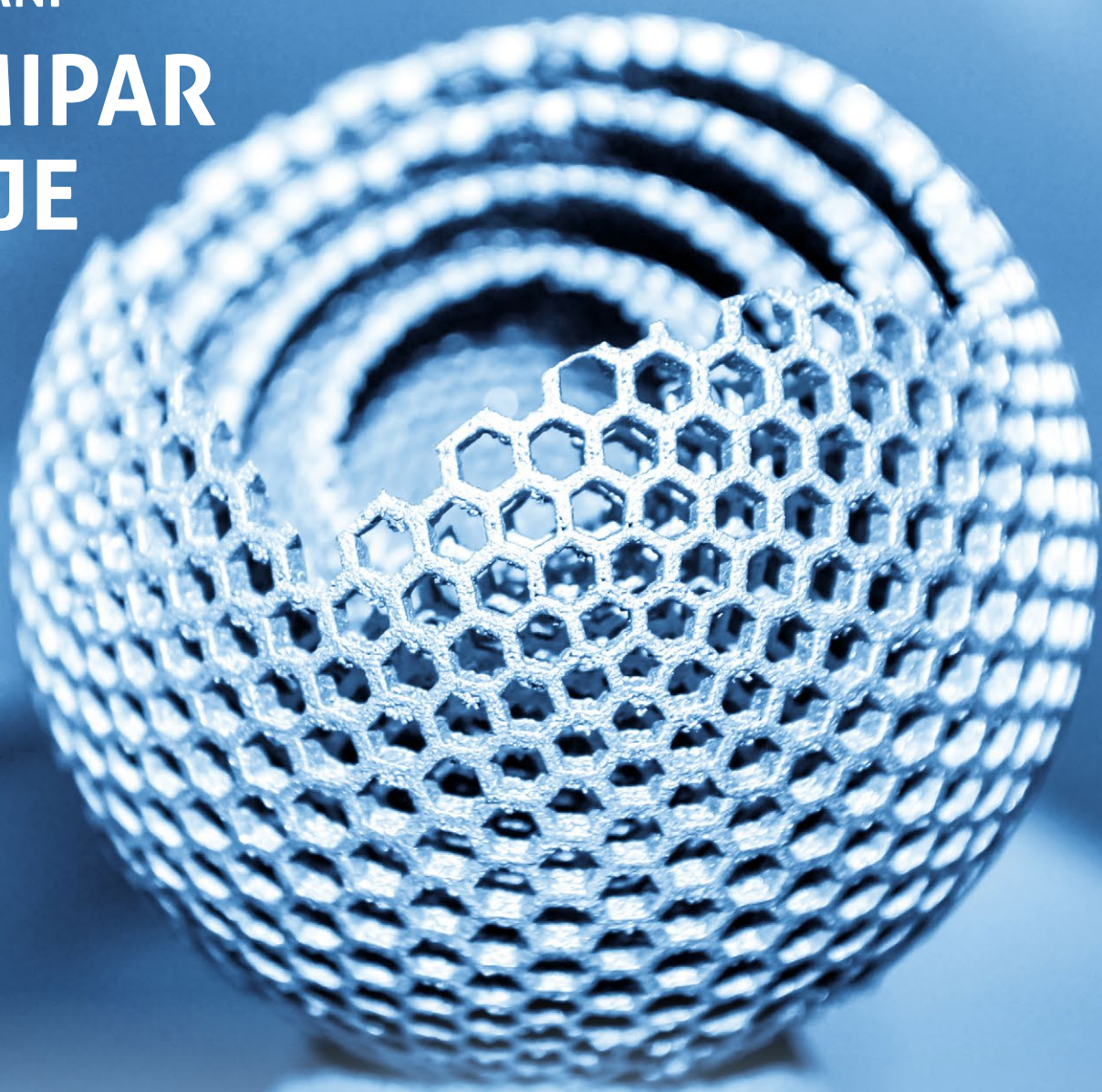


# GYARTAS TREND

TECHNOLÓGIAI MAGAZIN

FÓKUSZBAN:

## A FÉMIPAR JÖVŐJE



**PPH MEDIA**

a Südwestdeutsche Medienholding tagja



ISSN 1789-8935

» 18  
Meghatározó  
trendek,  
várakozások  
és tervek

» 22  
A kompozit  
fémhabok  
a helyüket keresik  
az iparban

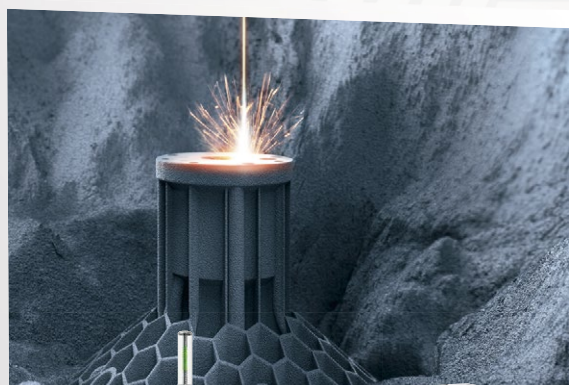
» 24  
A 3D-fémnyomtatás  
láthatatlan  
szereplői

2. Generációs LASERTEC 30 **SLM**

# NAGY PONTOSSÁGÚ SZELEKTÍV LÉZERSUGARAS OLVASZTÁS

## NYÍLT RENDSZER

Külön állítható folyamatparamé-  
terek és szabadon  
választható alapanyag ellátók

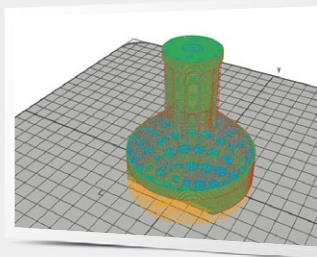


## DMG MORI FOLYAMATLÁNC

előmegmunkálás és felületkezelés a  
DMG MORI nagy pontosságú szerszámgépein

## rePLUG PORKEZELŐ MODUL

- + Automatizált porkezelés a beépített porfeldolgozóval
- + Alapanyagcsere kevesebb, mint 2 óra alatt



## CELOS - BEÉPÍTETT SZOFTVERMEGOLDÁS

CAM programozástól a  
gépvezérlésig



Több információ  
AZ ADDITÍV GYÁRTÁSRÓL  
[dmgmori.com](http://dmgmori.com)

**DMG MORI**

# FÉMES FORDULATOK

**A** fémmegmunkálás, ahogy már hosszú évtizedek óta, úgy napjainkban is az egyik legtöbbet emlegetett szegmense az ipari termelésnek, hiszen a fémből készült alkatrészeket számtalan, sokszor újszerű és rohamosan felfutó területen alkalmazzák, mint például az orvosi, az autó- és a repülőgépiparban.

Ezekben az iparágakban a gyors ütemű technológiai fejlődést a termelési kihívások sűrítik, különösen az elmúlt években. Ebben bizonyosan katalizátorszerepet játszott az unalomig emlegetett ipar 4.0 és a mindannyiunkat kihívások elé állító pandémia is, amely paradox módon lehetőséget biztosít, sőt, igényt támaszt az innovációra. Ebben a cseppet sem könnyű gazdasági és ipari környezetben még nagyobb szükségünk van az újszerű megoldásokra, amelyek a fémipar számára is alternatívákat, optimalizálási lehetőségeket kínálnak.

A fémmegmunkálás új szintjét jelentő additív gyártás és 3D-nyomatás a korábbi várakozásokkal ellentétben egyre nagyobb szeletet hasít ki magának az iparban. Erre tíz évvel ezelőtt még az elemzők sem számítottak. Mindezt a technológia fejlődésének, az elérhető anyagok bővülő körének, illetve az ezzel párhuzamosan zajló lassú, de feltartóztathatatlan költségcsökkentési folyamatnak köszönheti.

Ez pedig fejlesztésre buzdítja nemcsak a multinacionális vállalatokat világszerte, hanem hazánk kis- és középvállalatait is. A versenyben maradás feltétele ugyanis az újdonságokra való nyitottság és a megújulás képessége.

Aktuális lapszámunkban így a fémelemek additív gyártásáé a főszerep. Többek között elmerülünk a nyomatás fejlődésének történetében, az elérhető technológiák-

ban és technológiai feltételekben. Górcső alá vesszük a nyomtatható anyagokat, valamint a nyomatáshoz és a fémporok tárolásánál használt gázokat. De ne gondolja a kedves olvasó, hogy semmi másról nem szól ez a lapszám, csak a „nyomatásról”. Többek között bemutatjuk a fémmátrixú kompozitokban rejlő lehetőségeket is.

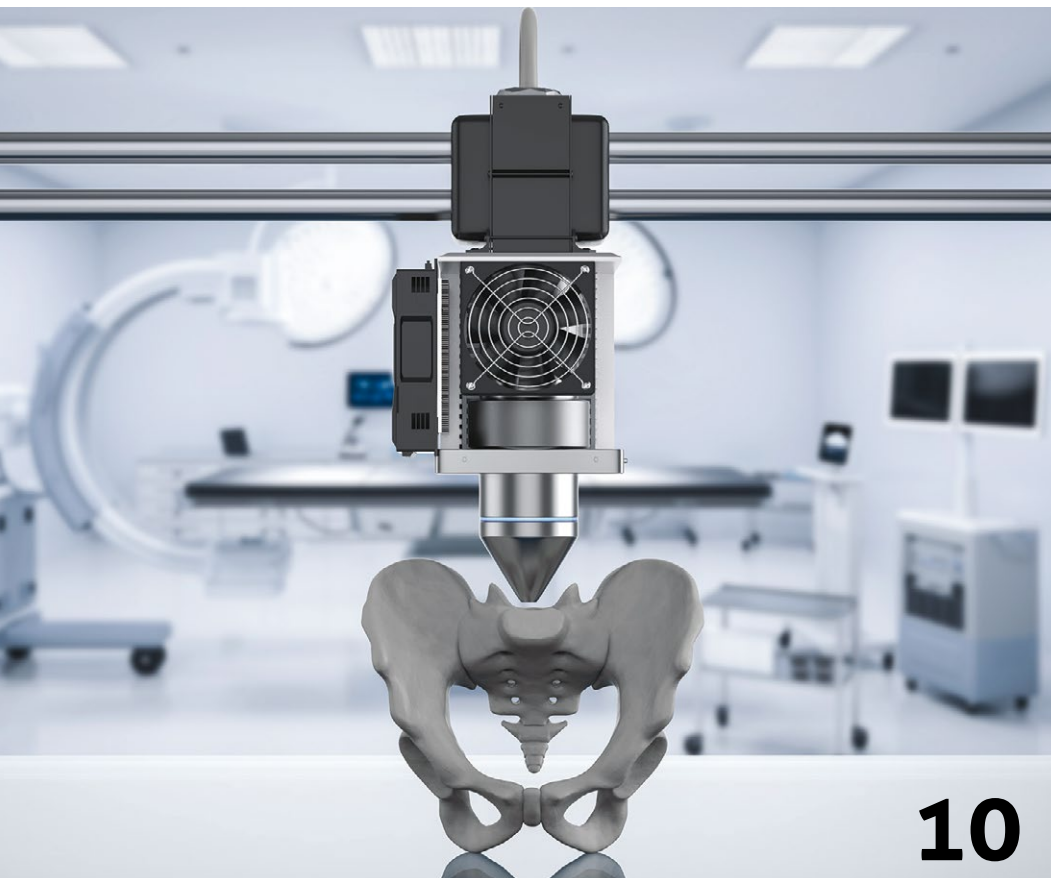
Ezekkel a gondolatokkal és a 3D-fémnyomatás technológiájának áttekintésével szeretnénk feltárni olvasóinknak az additív gyártásban rejlő lehetőségeket, amelyekből már nem csak a „nagyok” profitálhatnak. Az új anyagok és eljárások egyre szélesebb



körben érhető el mindenki számára, a hagyományos forgácsolási technológiákat kiegészítve. Ez utóbbiak szerepe ugyanis nem csökken, inkább csak átalakul, optimalizálva ezzel a termelési folyamatok idő- és költségigényét. Mindezt olyan megmunkológépekkel, amelyek a jól ismert és bevált technológiákra építenek, akár additív megmunkálási módokkal kombinálva is.

Bízunk benne, hogy a lapszám olvasása ugyanolyan inspiráló lesz, amennyire a készítése volt számunkra.

» Balázs Emese  
főszerkesztő



### 03 Köszöntő

#### » FUTURISZT

### 06 Hírek

#### » MŰVELT MÉRNÖK

##### FÓKUSZBAN: A FÉMIPAR JÖVŐJE

**10** Ki találta ki a 3D-nyomatást?  
A sztereolitográfától a magnetohidrodinamikáig

**14** Nem csak a technológián múlik  
Anyagok fémnyomatáshoz: ezekből lesznek  
a legizgalmasabb felületelemek

**18** A fémmegmunkálás lehetőségei  
a kis- és középvállalatok szerint  
Meghatározó trendek, várakozások és tervek

**20** Fémfeldolgozó ipar Németországban  
Fontos és nagyon konjunktúraérzékeny ágazat

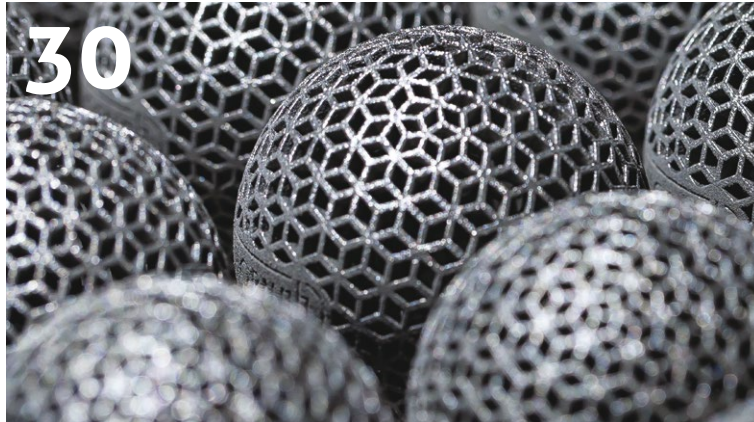
**22** Új anyagok a láthatáron  
A kompozit fémhabok a helyüket keresik  
az iparban

**24** Inert gáz a 3D-fémnyomatásban  
A 3D-fémnyomatás láthatatlan szereplői

**AZ ÉV GYÁRA 2020**  
Innováció és elkötelezettség  
**41** Ezek teszik sikeressé a hatvani Robert Bosch  
Elektronika Gyártó Kft.-t

#### » TECHNOLÓGIA

**27** **ANYAGVIZSGÁLAT**  
3D-nyomatott alumíniumminta metallográfiai  
vizsgálata  
Additív gyártástechnológia



**28** **MEGMUNKÁLÁS**  
CLX 450 TC világpremier  
Jövőbiztos belépés a kézmunkálás világába

**30** **Additív gyártás**  
Új üzletág születik

**32** **Trochoidális megmunkálás**  
Gazdaságos marás kiváló felületi minőséggel

**34** **Minőségi lézervágás**  
Hódít az XLASE

**36** **KENÉSTECHNIKA**  
Új technológiák  
Egészségbarát vágóolaj működés közben

**38** **ELEKTRONIKA**  
Ideális kondenzátorok  
Nem csak a gépjárműipar számára

#### IMPRESSZUM

**GyártásTrend Magazin**  
XIV. Évfolyam, 2–3. szám

**Főszerkesztő:**  
Balázs Emese  
balazs.emese@pphmedia.hu

**Szerkesztők:**  
Ember Zoltán  
ember.zoltan@gyartastrend.hu  
Kun Zsuzsi  
kun.zsuzsi@gyartastrend.hu

**Online felelős szerkesztő:**  
Trapp Henci  
trapp.henci@gyartastrend.hu

**Szerzők:**  
Juhász Imre | Kun Zsuzsi |  
Trapp Henci

**Korrektúra:**  
Kerekes Andrea

**Tördelés:**  
Szabó István

**Design, layout:**  
Szabó Zsuzsanna

**Kiadó:**  
Professional Publishing Hungary Kft.,

**PPH MEDIA**  
a Südwestdeutsche Medienholding tagja  
1037 Budapest, Montevideo utca 3/B  
+36 1 430 4500

**Felelős kiadó:**  
Vándor Ágnes, ügyvezető igazgató  
vandor.agnes@pphmedia.hu

**Értékesítés:**  
Orosz Anita  
orosz.anita@pphmedia.hu | +36 30 685 9799  
Vig István  
vig.istvan@pphmedia.hu | +36 20 921 1067

**Művészeti vezető:**  
Krémer Julianna  
kremer.julianna@pphmedia.hu

**Event team vezető:**  
Krémer Sára  
kremer.sara@pphmedia.hu

**Pénzügyi vezető:**  
Hadarics Gábor  
hadarics.gabor@pphmedia.hu

**Értékesítési és marketing koordinátor:**  
Mellényi Réka Mercédesz  
mellenyi.mercedesz@pphmedia.hu

**Terjesztés és előfizetés:**  
elofizetes@pphungary.hu

**Nyomdai előállítás:**  
EPC Nyomda, Budaörs  
ISSN 1789-8935

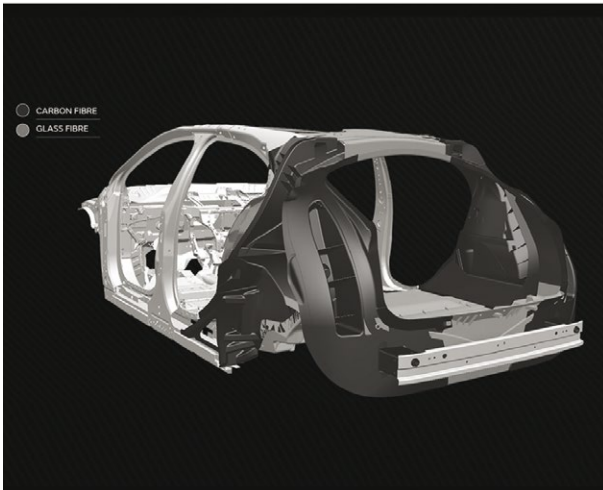
Lapunkat rendszeresen  
szemlézi a megújult

 **OBSERVER**  
www.observer.hu

A kiadó a lapban megjelent hirdetések  
tartalmáért és azok jogszerűségéért  
semmilyen felelősséget nem vállal, az  
kizárólag a megrendelőt terheli.

## KOMPOZITOK ALUMÍNIUM ÉS ACÉL HELYETT

Dinamikus vezetési élményt, könnyebb össztömeget és jobb teljesítményt ígérnek a Jaguar Land Rover fejlesztései, melyekben könnyű kompozit anyagok alkalmazási lehetőségeit kutatják. Az elektromos autók hatótávja így számottevően növekedhet, ennek köszönhetően pedig jelentős mennyiségű CO<sub>2</sub>-kibocsátás kerülhető el az autóhasználat során.



A cél a gyártott járművek merevségének növelése, miközben a tömeget kb. 35 kilogrammal csökkentik. Ehhez szénzál-erősítésű kompozitokkal helyettesítenek kulcsfontosságú alumínium és acél alkatrészeket. Az így elért tömegcsökkenés kompenzálhatja a nagyobb méretű akkumulátorok jelentette többletsúlyt – ezzel hosszabb hatótáv érhető el, amely az elektromos autók esetén kulcsfontosságú követelmény a felhasználók részéről.

A Jaguar Land Rover vezette konzorcium iparági és kutató partnerekkel dolgozik a jövő elektromobilitásán. Ebben kulcsszerep jut a könnyű szerkezeti kialakításoknak, az új kompozit anyagoknak, valamint az alacsony emissziójú hajtásláncoknak. Csak ezekkel tehető ugyanis fenntarthatóvá az elektromos autózás: ami így nemcsak hangzatos vállalás, hanem elérhető cél lehet.



Forrás: Jaguar

## ÚJ LEHETŐSÉGEK A RÉZNYOMTATÁSBAN

Az Uppsala Egyetem kutatói a svéd Graphmatech vállalattal izgalmas eredményt értek el a réz additív gyártásban történő alkalmazása terén, a por alapanyagok kezelését illetően. Ennek pedig nem csak tudományos jelentősége kiemelkedő: az ipari alkalmazások elterjedését eddig ugyanis nagyrészt a réz, illetve a rézporok tulajdonságai akadályozták.

A réz alapanyagok az additív gyártásban leggyakrabban alkalmazott fényhullámhosszokat visszaverik, emiatt alacsony sűrűségű munkadarabok jönnek létre. Ezek nem minden esetben felelnek meg a műszaki követelményeknek, így a rézporok felhasználása igen szűk korlátok közé szorult. Mégis, a réz kiváló anyagtulajdonságai miatt igen nagy ipari igény mutatkozott az additív megmunkálási lehetőségére is.



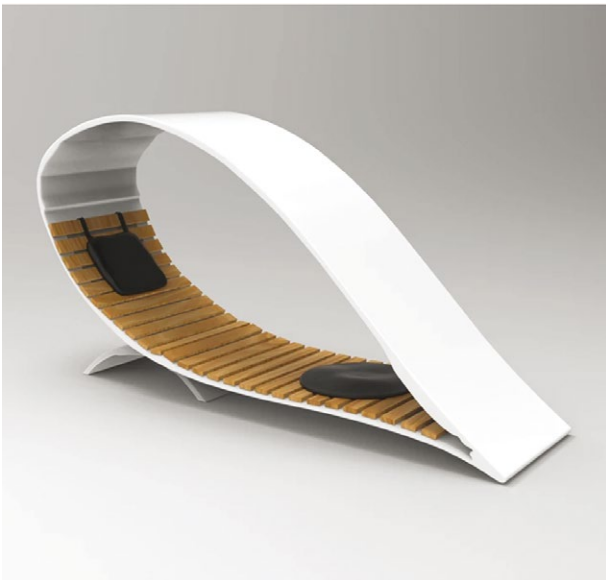
A kutatók a rézporhoz kevert grafén segítségével igyekeznek áthidalni a problémát: az eddigi eredmények szerint sikeresen. A rézrészecskék grafénnel történő bevonása megakadályozza a lézersugarak visszaverését, ezzel jobb minőségű munkadarabok nyomtatása válik elérhetővé, a speciális réz-grafén ötvözetekkel folytatott kísérletek új perspektívát nyitnak a réz additív gyártásban történő alkalmazásához.



Forrás: Metaltech News

## KOMPOZITOK ÚJRAHASZNOSÍTÁSA

A kompozitok életciklusa, csakúgy, mint bármely használt anyagé, véges. Épp ezért, gondoskodnunk kell a megfelelő megsemmisítésről, illetve lehetőség szerint az újrahasznosításukról is. Utóbbi azonban – mivel többkomponensű anyagokról van szó –, egyáltalán nem egyszerű.



A két legelterjedtebb módja a kompozitalkotók szétválasztásának az égetés és a kémiai oldás. Mindkét eljárás költséges, azonban az értékes alkotók részben visszanyerhetők általuk. Egy lengyel–holland kutatócsoport most mégis a teljes értékű újrahasznosítás lehetőségeit vizsgálja: a felsorolt eljárások ugyanis nemcsak költségesek, hanem energiaigényesek is.

A csapat célja, hogy olyan felhasználási lehetőségeket találjon a kompozitból készült elemek újrahasznosítására, ahol az alkatrészek teljes egészében beépíthetők, tulajdonságaik pedig részben vagy egészben kihasználhatók. Így például a turbinalapátokból épülhet gyalogos-átkelőhíd vagy töltés is. A cél, hogy az anyag tulajdonságait (figyelembe véve a használatból eredő képességromlásokat) a lehető legjobban kihasználják.



Forrás: Composites World

## NAGY MÉRETŰ KOMPOZIT ALKATRÉSZEK HELYSZÍNI JAVÍTÁSA

Az olyan nagy méretű és geometriailag összetett kompozit alkatrészek javítása, mint a repülőgépszárnyak, több szempontból is kihívást jelent. Egyrészt az összetett formák megtartása, másrészt az érzékeny anyagok precíz javítása sem egyszerű. Méretükből fakadóan azonban a szállítás megoldása sem kis feladat. Az amerikai Veelo Technologies a múlt hónapban szabadalmaztatta speciális, hordozható eszközét, amely a kompozit alkatrészek javításához szükséges hő előállítására és megtartására képes. Ezzel a drága és összetett gépelemek javítása olcsóbb lehet, továbbá kevesebb szállítást igényel. Mindemellett a hőtartó paplan rugalmas is: így a javítás során nem kell aggódni a mechanikai sérülésektől.



Forrás: Composites World

**PONTOSSÁG  
INNOVÁCIÓ  
MEGBÍZHATÓSÁG**

**PHOENIX MECANO**  
**PTR Hartmann**  
**Mérőtűk**

megbízható megoldások,  
magas minőségi igényekhez

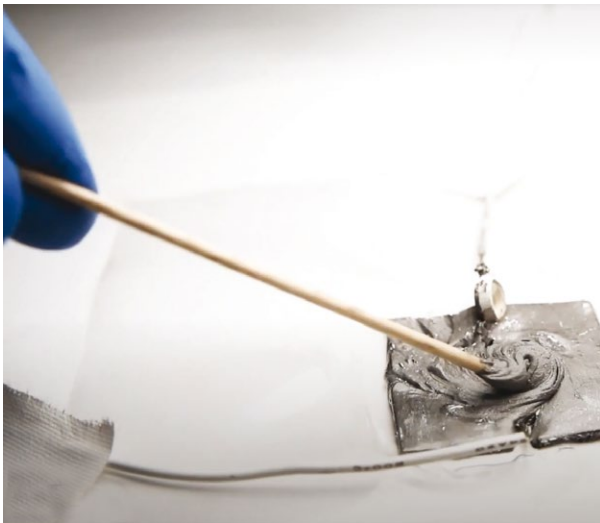
széles körben használt  
precíziós alkalmazások

egyedi igények  
szerinti kialakítások

Phoenix Mecano Kecskemét Kft.  
6000 Kecskemét, Szent István krt. 24.  
Mobil: 06-20/390-0170  
E-mail: [ertekesites@phoenix-mecano.hu](mailto:ertekesites@phoenix-mecano.hu)

## RUGALMAS ÉS NYOMTATHATÓ ANYAGOK A HORIZONTON

Korábbi, 2018-as kutatások folytatásaként új, bőrszerű, vékony és rugalmas anyag 3D-nyomtatása vált elérhetővé. A Carnegie Mellon Egyetem kutatói egy folyékony,



vezetőképese anyagot fejlesztettek, amely képes a keletkezett sérülések önálló javítására. A csapat olyan polimer kompozitot hozott létre, amely az eutektikus gallium-indium ötvözetet egy elasztomer vegyülettel egyesíti, így többfunkciós, hőálló, jó elektromos vezetőanyagként sokféleképpen használható.

Az eljárással, amelyet a kutatócsoport fejlesztett, fémek és polimerek, illetve kopolimerek egyesíthetők kompozitokká. Ezekben az anyagtulajdonságok az alkotóknak megfelelően változnak, ugyanakkor a módszernek köszönhetően széleskörűen használható, rugalmas anyagként. Ami a gyakorlatban nemcsak klasszikus értelemben vett rugalmasságot, hanem akár folyékony halmazállapotot is jelenthet. Így tulajdonképpen bármilyen műszaki területen felhasználhatók ezek az anyagok.



Forrás: [engineering.com](http://engineering.com)

## KLÍMAVÉDELEM BIOKOMPOZITOKKAL

A mindennapi használati tárgyak és az ipari alapanyagok környezetterhelése sem elhanyagolható, így nemcsak a gyártás erőforrásigényét és emisszióját szükséges csökkenteni, hanem a gyártott termékek életciklusára vetített teljes környezetterhelést is. Ehhez elengedhetetlen a tudatos anyagválasztás, amelyet a Texas A&M Engineering és az Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM) közös kutatócsoportja is hangsúlyoz.

A kutatók olyan kompozitok fejlesztésével kísérleteznek, amelyek természetes szálerősítéseket tartalmaznak. Ezek a biokompozitok mátrixanyagként megújuló vagy nem megújuló forrásokból származó polimerekből épülnek fel. A létrehozott kompozitok újrahaznosítása így sokkal egyszerűbb és kevésbé környezetterhelő, mint a hagyományos, jól ismert kompozitok esetén.

A fejlesztések célja, hogy a biokompozitok megmunkálása is ugyanolyan rutinszerűvé válhasson, mint a további anyagoké: a magas hőterhelés és a nagymértékű súrlódás azonban

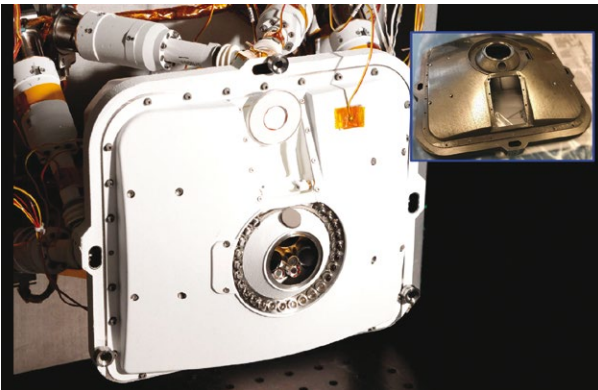


megnehezíti a hagyományos megmunkálási eljárások alkalmazását. Az eredmények azonban biztatóak, a jövőnk szempontjából pedig nemcsak a polimerek és a kompozitok terén érdemes megújuló vagy legalábbis természetes alapanyagokat választanunk.



Forrás: [NewsWise](http://NewsWise)

## A MARSON IS BIZONYÍTANAK A 3D-NYOMTATOTT ALKATRÉSZEK



Bár nem mindennapi alkalmazása ez a 3D-nyomtatásnak, széles körű felhasználhatóságát jól mutatja, hogy a február 18-án landoló Perseverance Rover tizenegy alkatrésze is ezzel a technológiával készült. A NASA mérnökei a hagyományos megmunkálási eljárások helyett folyamodtak a nyomtatáshoz, amellyel sokkal nagyobb szabadsággal tervezhették az alkatrészeket.

A tizenegy nyomtatott elemből öt a PIXL-ben (Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry) található, ezzel az eszközzel képes kimutatni a rover az élet nyomait a vörös bolygón. A karon, amelyen a PIXL-t elhelyezték, más eszközök is találhatóak, így a tervezéskor az egyik legfontosabb szempont a méret- és a súlycsökkentés volt. A Carpenter Additive által gyártott titán alkatrészek az eredeti gyártástechnológiával készített darabok tömegének mindössze negyedét vagy harmadát teszik ki.

A maradék hat nyomtatott alkatrészt tartalmazza a MOXIE alegység (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment), amelynek feladata a mesterséges oxigén-előállítás lehetőségeinek tesztelése. Ez a későbbiekben kulcsszerephez juthat a Földre való visszatérésben. A magas hőmérsékleten történő művelet elvégzése során az egység védelme érdekében megfelelő hővédő elemekre, a MOXIE esetében nikkelötvözet lemezekre van szükség.



Forrás: NASA

## A GLOBÁLIS INTERNETHÁLÓZAT ÚJ SZINTJE

Elon Musk neve egybeforrt az ambiciózus, olykor elsőre vakmerőnek látszó tervekkel. Az viszont kétségtelen, hogy ezekben nemcsak fantázia van, hanem a tapasztalatok szerint rengeteg mérnöki és fejlesztői munka, ami sok esetben sikerre vezeti ezeket a bátor elképzeléseket.

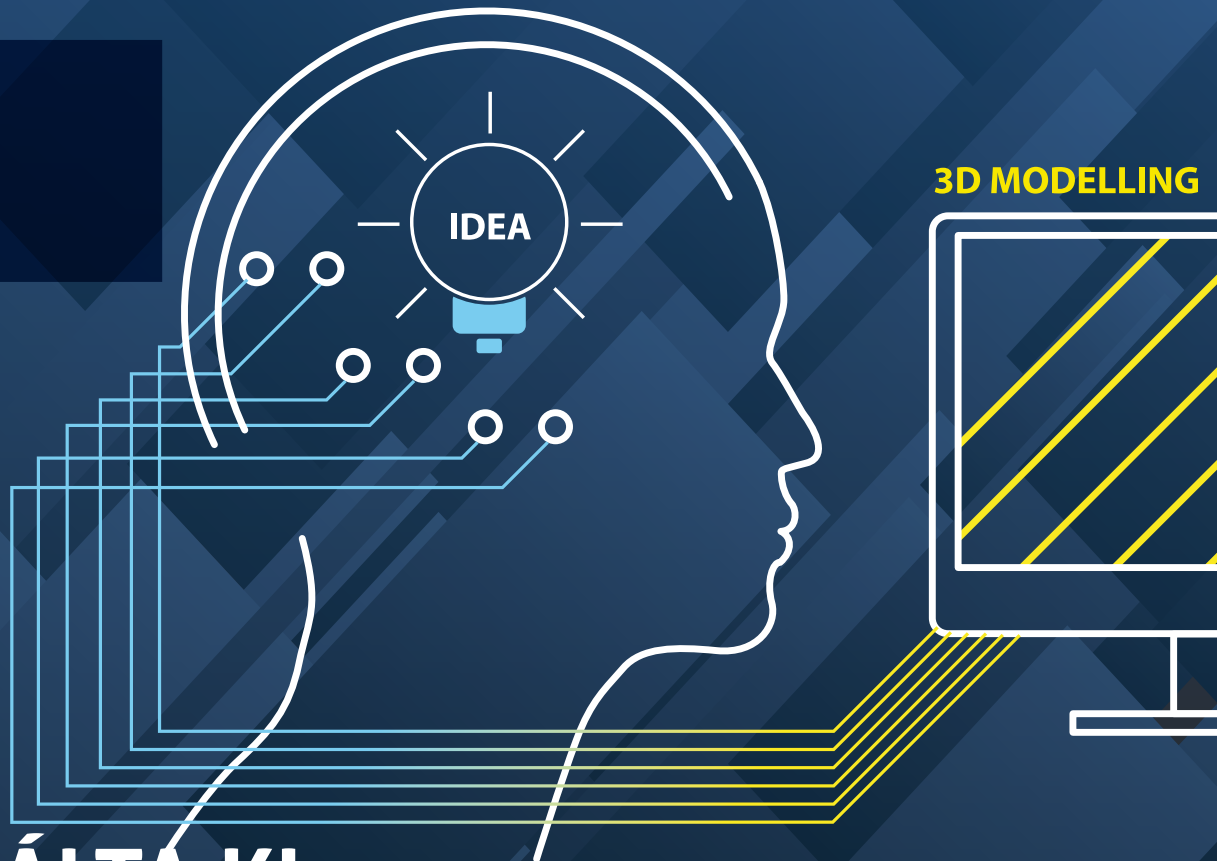
A Starlink globális internethálózat ötlete sem tűnik kevésbé nagy volumenűnek, mostanra pedig már valódi eredményeket is fel tud mutatni a program. A kilőtt műholdak segítségével létrehozott hálózat nagy sebességű internetet ígér a felhasználók széles körének. Jelenleg több mint tízezer felhasználó éri el a hálózatot, ez a több mint hároméves fejlesztési ciklus alatt pályára állított ezer műholdnak köszönhető. Bár az újabb műholdak kilövése februárban csúszott az időjárási körülmények miatt, így is dinamikus növekedésre számíthatunk a hálózat elérését illetően 2021-ben, ami valódi áttörést hozhat.



Februárban több alkalommal is végeztek kilövéseket, a hónap utolsó napján pedig újabb 60 műhold csatlakozott a többihez. A következő hónapokban további bővülésre számíthatunk a műholdak számában, a kialakított hálózat így a világ számos pontján válik majd elérhetővé.



Forrás: c | net, SpaceX



# KI TALÁLTA KI A 3D-NYOMTATÁST?

A sztereolitográfiától a magnetohidrodinamikáig

**Az alakadó technológia abban különbözik a hagyományos öntési és forgácsolási eljárásoktól, hogy rétegenként építi fel az alkatrészt. A legnagyobb előnye, hogy a tervezőszoftverből egyenesen a gyártóeszközbe kerülhet a gyártandó termék. Akár egy vagy néhány darab is költséghatékonyan előállítható, ráadásul rövidebb átfutási idővel, kisebb alapanyag- és szerszámigény mellett.**

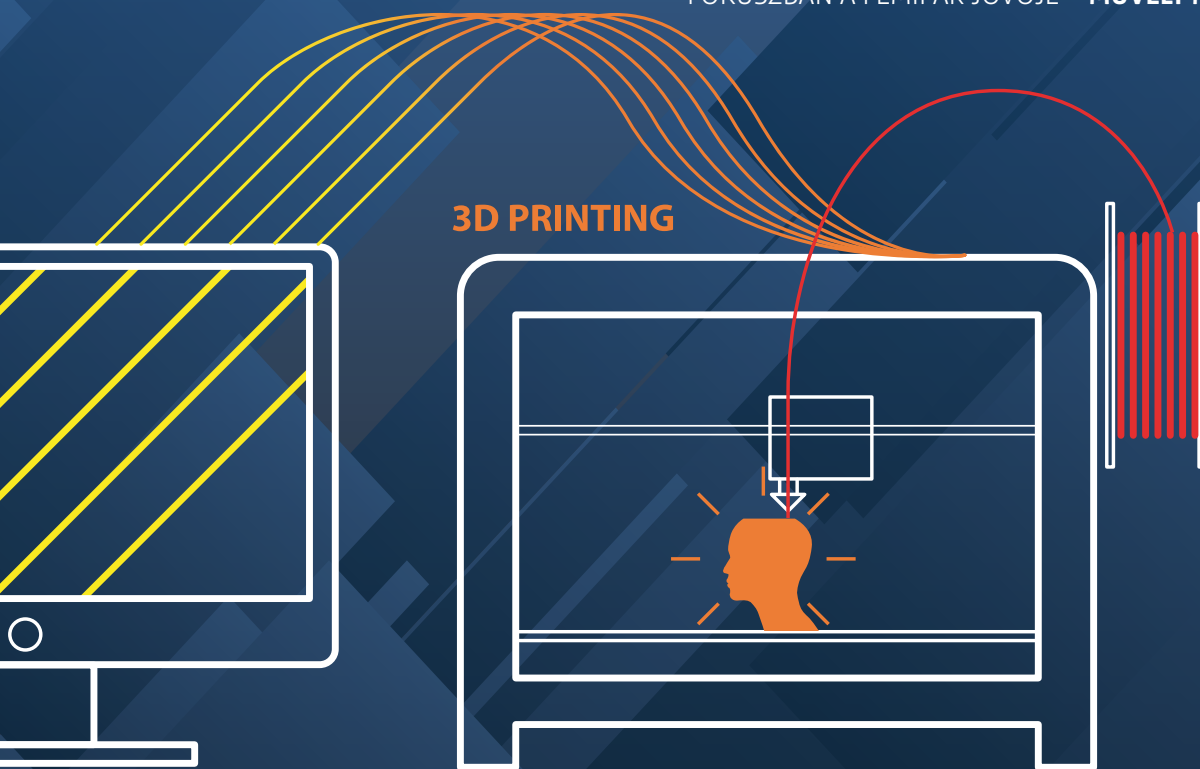
**A**z anyaghozzáadásos gyártás – sztereolitográfias gépekkel – már az 1990-es évek végén elkezdődött, hogy aztán egyre nagyobb teret hódítson meg magának. Napjainkban a 3D-nyomtatás – többek között a 3D-fémnyomtatás – egyre jobban előtérbe kerül, az ipar 4.0 szerves részét képezi. A technológia fejlődésével már nemcsak a prototípusgyártásnál beszélhetünk 3D-nyomtatásról, hanem a mindennapi kis- és középsorozatos munkadarabok

esetében is megtérülő megoldást jelenthet az additív megmunkálás. A 3D-nyomtatás lehetőséget nyújt olyan munkadarabok előállítására, amilyenekre előtte nem volt mód. Nem kell csak a hagyományos fúrás, marás vagy esztergálás korlátai miatt egy terméket több alkatrészből bontva megmunkálni, hanem lehetőség van akár különböző anyagok felhasználásával, egy darabban ki-nyomtatni a hagyományos technológiával nem gyártható munkadarabokat.

## A 3D-NYOMTATÁS KEZDETE ÉS KORAI ÚJÍTÁSAI

A 3D-nyomtatás fejlődését az motiválta, hogy kis szériás termékeket is elő lehessen állítani olcsón, nagyon rövid iterációs ciklussal. Kikerülhetetlen a polimerek nyomtatásának és a gyors prototípus-készítés meggyorsításának a bemutatása, ha meg akarjuk ismerni a 3D-fémnyomtatási technológiákat.

1981 májusában dr. Kodama Hideo, a Nagoya Városi Ipari Kutatóintézetben



részleteket tett közzé a „gyors prototípus-készítés” technikájáról. Ez a kutatás volt az első alkalom, amikor leírta a rétegenkénti gyártást, amely annyira jellemző a 3D-nyomatásra. Kutatása során fotopolimereket nyomtattak a módszerrel, amely megelőzte a sztereolitográfiát, és bemutatta a rétegek keresztmetszeti szeleteit is: ezek egymásra helyezkedve képezték a 3D-objektumot. Dr. Kodama azonban nem teljesítette a szabadalmi bejelentést, és gyors prototípus-fejlesztőjét soha nem szabadalmaztatták.

Három évvel később, 1984-ben három mérnök, Alain Le Méhauté, Olivier de Witte és Jean Claude André szabadalmat nyújtott be a sztereolitográfiás folyamatra. Viszont nem látták a forradalmi lehetőséget az új gyártási folyamatban, így „üzleti perspektíva hiányára” hivatkozva felhagytak a szabadalom további fejlesztésével.

Mindössze három héttel a francia mérnökök után Charles Hull benyújtotta szabadalmát a sztereolitográfiára, de olyan új funkciókkal, mint az STL-fájlformátum (stereolithography CAD-file) és a digitális szeletelés. Eljárása ultraibolya fényt használt a fotopolimerek kezelésére. A szabadalmak 1986-os benyújtása és megszerzése után Chuck Hull megalapította a 3D Systems vállalatot, és 1987-ben kiadta az első 3D-nyomatót, az SLA-1-et. Ezzel megszületett a 3D-nyomatás.

### POR ÉS FILAMENT

A kezdeti 3D-nyomatási versenybe szállt az SLS-technológiát (Selective Laser Sinter – szelektív lézeres szinterezés) kifejlesztő Carl Deckard, aki 1988-ban a Texasi Egyetemen nyújtott be szabadalmat az eljárásra. A Fused Deposition Modelling (más néven FDM) a mindennapi gyártók

és fogyasztók számára a leggyakrabban használt 3D-nyomatási technológia. A szelektív lézeres szinterezéshez hasonlóan az FDM is hőre lágyuló műanyagokat használ az alkatrészek nyomtatásához. A kettő közötti különbség azonban az, hogy az FDM szálakat használ, míg az SLS porokat. A sztereolitográfia különbözik mindkettőtől, mivel hőre keményedő anyagokból, úgynevezett gyantákból építi fel a munkadarabokat.

### RAKÉTA A NYOMTATÓBÓL

De a polimereknél sokkal erősebb a fém. Hogy mennyivel, azt jól mutatja, hogy a SpaceX-projektben már 2013-ban úgy nyomtatták a Dragon kapszula külső burkolatába épített SuperDracos motor égésterét. Az első szélesebb körben használt 3D-fémnyomatót az EOS (Electro Optical Systems) gyártotta 1995-ben. Ez egy



// Alig egy évtizeddel ezelőtt kevesen hitték, hogy a 3D-fémnyomatás valaha komoly versenyző lehet a sorozatgyártásban

fémporágyas lézerszinterezési eljárás alapuló (Powder-bed Direct Metal Laser Sinter) nyomtató volt, hosszú évekig úgy tűnt, hogy ez a megoldás létezik fémnyomatásra. 2003-ban az Arcam AB bemutatta az EBM- (Electron Beam Melting) technológián alapuló nyomtatóját, amely utómunkálat és hőkezelés nélkül, még nagyobb precizitással volt képes munkadarabok előállítására az anyag tökéletes összeolvasztása révén.

### 3D-FÉMNYOMTATÁSI MÓDSZEREK

A 3D-fémnyomatás első szabadalma a DMLS (Direct Metal Laser Sintering – közvetlen fémlézeres szinterezés) néven ismert. Maga az eljárás nagyon hasonlít a műanyagoknál használatos SLS-technológiára, alapanyagul homogén porkeveréket használ, amely kis olvadáspontú kötőanyagból és nagyobb olvadáspontú mátrixanyagból áll, például bronzból vagy nikkelből. Az eljárás során a lézersugár az alacsonyabb olvadáspontú kötőanyagot megolvasztja, nedvesítés következtében körülveszi a változatlan formában maradt mátrixanyagot, majd megszilárdul. A pórusok feltöltése külön folyamatban, hőkezelő kemencében érhető el. A feltöltés javítja a termék mechanikai tulajdonságait, a felületi minőségét és élettartamát. A DMLS-eljárással

létrehozott testek felhasználhatók műanyag fröccsöntő szerszámként, melyekkel több ezer alkatrész gyártható, vagy közvetlenül beépíthetők működő rendszerekbe, funkcióképes fémalkatrészként.

Az SLM-technológia (Selective Laser Melting – szelektív lézeres olvasztás) egy poralapú fémnyomatási eljárás. Ezek a 3D-nyomtatók nagy energiájú lézersugárral olvasztják össze a gyártandó alkatrészek rétegeit. A nyomtatás után az alkatrészt utókezelni szükséges. Ez ma a legelterjedtebb ipari fémnyomatási eljárás, a többi technológiát általában ehhez hasonlítva értékelik. Az SLM nyomtatott fém alkatrészekre nagy precizitás jellemző, ideális olyan komplex alkatrészek előállítására, amelyek a hagyományos forgácsolásos technológiákkal nem vagy csak nehezen előállíthatók. A felhasználási területek nagyon változatosak, használják fogászatban és egyéb egészségügyi alkalmazásokban, de a légi közlekedés iparágában is.

A DED (Direct Energy Deposition) fémnyomatás-technológia esetén az alapanyag-adagolás és annak hevítése a nyomtatófejben történik. A kapott alkatrészek minősége nagyon hasonlít az SLM- vagy EBM-technológiával készültkéhez. A DED 3D-nyomatási rendszerek LENS

(lézerrel tervezett hálóformázás) és DMD (közvetlen fémrétegezés) néven is ismertek. Fémhuzallal vagy fémporral építik a tárgyat, az olvadást plazmaívvvel, lézerrel vagy elektronnyalábbal érik el. Nagyon hasonlít a hegesztéshez, így az egyik elsődleges alkalmazása a meglévő fém alkatrészek javítása. Két fajtája van, a porfújásos és a huzalos fémnyomatás. Az előbbi egy nyomtatófejből fújja a fémport a tárgyra, és a fújás mellett a fejen lévő lézer azonnal megolvasztja azt. Mivel mindkét eljárás (SLM és Powder DED) lézert használ a fémport olvasztásához, ezért a kapott alkatrészek minősége nagyon hasonló. A legfontosabb különbség, hogy a Powder DED-gépek használhatók nem nyomtatott alkatrészek javítására (anyag pótlására) is, köszönhetően a különleges anyagadagolásnak.

Az EBM-fémnyomatatók (Electron Beam Melting – elektronsugaras olvasztás) lézersugár helyett elektronsugárral olvasztják meg a fémport. A technológia pontossága az SLM-változathoz képest alacsonyabb, de a gyártás folyamata összességében gyorsabb nagyobb tárgyak esetén. Az új piaci színre lépők között van a Sciaky nevű cég, amely a fémport fémhuzallal váltotta ki, az alapelv – magas vákuumban elektronsugár segítségével megolvasztott fém rétegezése – gyakorlatilag azonos, ám az alapanyag kezelése egyszerűbb, veszélytelenebb, és a gyártó szerint a gépük még gyorsabb is, mint az eddigiek.

A Binder Jetting 3D-fémnyomatás alkalmas teljes funkcionalitású tárgyak, mint például ékszer, kiegészítők, lakberendezési tárgyak és bármilyen napi használati eszköz előállítására. Számos anyagot használnak a technológiához: titánt, alumíniumot, acélt stb. A Binder Jetting gyors és könnyen kezelhető, emiatt talán ez lesz a leginkább használható és termelékeny additív gyártási technológia. Ezek a nyomtatók a hagyományos papírra történő 2D-nyomatáshoz hasonló fúvókás technológiát használnak. Először a gép egyenletesen fémport terít szét az építőtálcán, olvasztás helyett azonban – a 2D-nyomtatóknál is használt fúvókákból – polimert fecskendeznek a nyomtatandó alkatrész

keresztmetszetének megfelelő területére, finoman összefogva ezzel a fémport. A művelet rétegről rétegre ismétlődik, amíg fel nem épül a munkadarab.

Miután a nyomtatási folyamat befejeződik, a fémterméket egy magas hőfokú kemencébe helyezik a végleges szilárdság és keménység elérése érdekében. Ezek után a maradék porrészecskéket ecsettel és levegő segítségével eltávolítják. A folyamat legvégén a rendelésnek megfelelő utómunka (pl. fényezés) segítségével lesz szállításra kész az egyedi 3D-nyomtatott termék.

### A LEGÚJABB MÓDSZEREK: PORALAPÚ FÉM, HIBRID FILAMENTEK ÉS ELEKTROMÁGNESES FÉMNYOMTATÁS

A poralapú extrudálást, építést (Bound Powder Extrusion – BPE) más néven Metal Polymer Filament Extrusionnek (MPFE), Atomic Diffusion Additive Manufacturingnek, Bound Powder Depositionnak, Bound Powder Extrusionnak (BPE) is nevezik. Ezek a BPE-gépek alapanyagként viasszal és polimerrel kötött fémport használnak a 3D-fémnyomtatáshoz, amely nagyon hasonlít a FDM-nyomtatók filament alapanyagához, és a működési elvük is igen közel áll egymáshoz. A szálhúzásos eljárással nyomtatott alkatrészeket utókezelik: a polimert és a viaszt kimossák az alkatrészekből, majd szinterezik azokat. Előnye, hogy nem használ a rendszer szabad fémport, így kevésbé veszélyes, és az infrastruktúra kialakítása is

olcsóbb, a korábban felsorolt technológiák árának töredékéért ki lehet építeni. Ezt az eljárást fejlesztették tovább, még hozzá úgy, hogy a mikrohullámú kemencében szinterezik az elkészült alkatrészeket, így egyenletesebb zsugorodást és minimális torzulást tudnak elérni, precízebb és gyorsabb, mint a BPE.

Magnetohidrodinamikán alapuló különleges eljárást fejlesztett ki néhány éve a Vader család. A tintasugaras nyomtatók működési elvét véve, az elektromos veze-

A nyomtatófej – hasonlóan a hagyományos tintasugaras nyomtatáshoz használt nyomtatófejekhez – olyan fémszuszpenzió cseppjeit injektálja, amelyek hő vagy kémiai reakció hatására megszilárdulnak. Hasonló a nanorészecske-injektálás is, amely technológia lehetővé teszi a kerámia és fém hibrid anyag előállítását. A NanoParticle Jetting-technológia egy lépésben többféle anyag nyomtatására is képes.

Alig egy évtizeddel ezelőtt kevesen hitték, hogy a 3D-fémnyomtatás valaha ko-

## // A BINDER JETTING 3D-FÉMNYOMTATÁS ALKALMAS TELJES FUNKCIONALITÁSÚ TÁRGYAK, MINT PÉLDÁUL ÉK SZER EK, KIEGÉSZÍTŐK, LAKBERENDEZÉSI TÁRGYAK ÉS BÁRMILYEN NAPI HASZNÁLATI ESZKÖZ ELŐÁLLÍTÁSÁRA. //

tőképességű folyadékot – amely egy fémolvadék – külső elektromágneses erőtér hatására mozgatják, így terelik a kívánt irányba, és az egymás után sugárban érkező, összeolvadó cseppekből alakul ki a kívánt háromdimenziós forma.

És talán a legígéretesebb technológiát hagytuk a végére, amely lehetővé teszi, hogy egy lépésben többféle anyagot is nyomtasunk. Ez a mikrofluidikus galvanizáció, amely hasonlóan működik, mint a 2D-nyomtatók.

moly versenyző lehet a sorozatgyártásban. A technológia azonban gyorsan fejlődött, különösen az elmúlt években. Mivel a fém alkatrészeket olyan széles körű alkalmazásokban használják, mint az orvosi, autós és repülőgépipar, a technológia előkészíti a termelést.

Források: PTE3D, FreeDee, Markforged, 3DPRINTING

■ Trapp Henci



### METKON Eloprep 102 elektrokémiai mintaelőkészítő berendezés

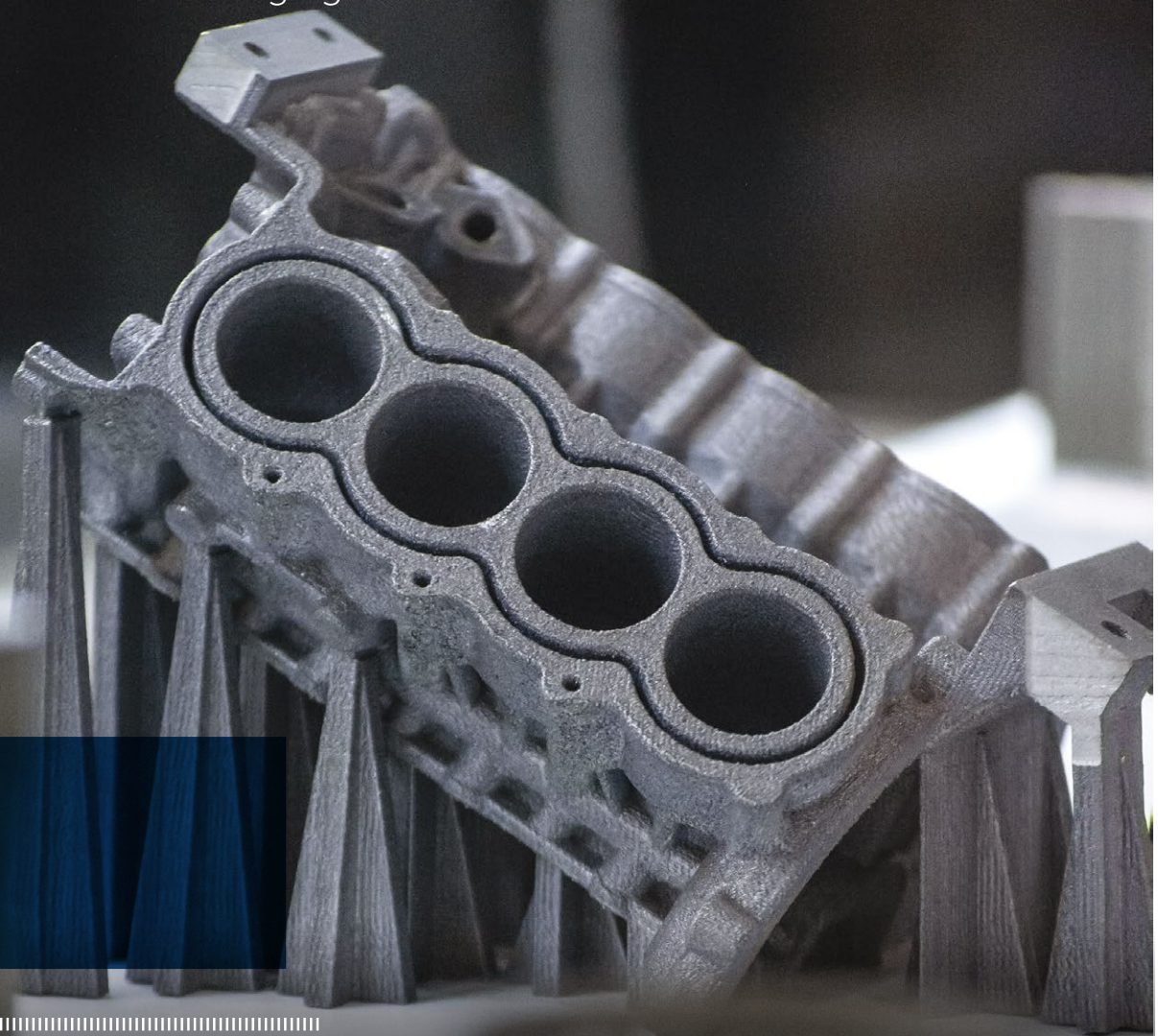


Teljesen automata, programozható üzemmód  
Reproduktív mintaelőkészítés  
Automatikus feszültség meghatározás  
7" intuitív érintőképernyős kezelőfelület  
Kettős polírozó és marató egység  
Egyszerűen kivehető elektrolit tartály  
Külső marató egység



# NEM CSAK A TECHNOLOGIÁN MŰLIK

Anyagok fémmnyomtatáshoz:  
ezekből lesznek a legizgalmasabb felületelemek



.....

**Az additív gyártás a hagyományos gyártási eljárások – mint a forgácsolás vagy a melegalakítás – remek kiegészítője lehet. A tisztán additív vagy az összetett technológiával a speciális alkatrészek létrehozása mellett akár többkomponensű munkadarabok gyártása, illetve javítása is lehetségessé válik. Ma pedig már nemcsak az eljárások között válogathatunk, hanem az anyagok széles választékából is.**

**A** fémnyomatás egyik legfontosabb előnye a formai szabadság: a technológia számos, a hagyományos megmunkálási módok esetén tapasztalt kötöttséget kiküszöbölhet. Ennek köszönhető, hogy az utóbbi tíz évben a várakozások ellenére is egyre nagyobb szerep jut a 3D-nyomatásnak, műanyagok mellett fém alapanyagokból is. Az alámetszéseket, üregeket tartalmazó, esetleg egyedi textúrával vagy felülettel rendelkező munkadarabok esetén a 3D-nyomatás különösen perspektívikus alternatíva; azonban ahhoz, hogy valóban felvehesse a versenyt a forgácsolásos alkatrészgyártással, elengedhetetlen a fémek nyomatásának szerteágazó fejlődése is. A teherviselő elemek körében az iparban továbbra is a fémek a legelterjedtebbek, és a fémnyomatás gazdaságos és a forgácsolást jól kiegészítő alkalmazása ilyen termékek gyártásában is a termelés szolgálatába állhat.

### PROTOTÍPUSTÓL A SOROZATGYÁRTÁSIG

A 3D-nyomatás, bár nem a fémek nyomatásával indult, az utóbbi évtizedben sokat fejlődött e téren. Köszönhető ez a technológiai újításoknak, illetve az ipari igények serkentette kutatásoknak is. Az új anyagok, illetve a már ismertek vizsgálata lehetővé teszi, hogy egyre többféle anyagminőség nyomatása váljon elérhetővé – így a 3D-nyomatás többé nem csak a prototípusgyártás eljárása lehet. Helyette önálló gyártási művelet válhat belőle, vagy olyan technológia, amely kiválóan kiegészíti a forgácsolást a sorozatgyártásban is.

### A 3D-NYOMTATÁS HELYE A MEGMUNKÁLÁSBAN

Többféle lehetőség van arra, hogy a 3D-nyomatás előnyeiből profitálhassunk a termelésben. Az egyik ilyen a teljes alkatrészek gyártása nyomatással: csakúgy, mint a prototípusgyártásnál, ebben az esetben is teljes mértékben nyomatott alkatrészeiről beszélünk.

Napjainkban mégis egyre nagyobb teret hódít a kombinált gyártás: ennek során a nyomatott felületelemeket a már készre munkált (forgácsolt, öntött) alkatrészek

hozuk létre. Az eljárással jelentős költségmegtakarítás érhető el, hiszen annak ellenére, hogy a nyomatás egyre felkapottabb, a technológiai költség és az anyagár jelentős csökkenése még várat magára. Az additív és a hagyományos gyártás közös alkalmazásával tehát – akár egy gépen – kihasználhatjuk mind a forgácsolás, mind a nyomatás előnyeit. Ez pedig ugyanúgy érvényes az alkatrészek létrehozására, valamint a javítására.

## // AZ ACÉLOK MELLETT VÁLASZTHATUNK ALUMÍNIUM, TITÁN, KOBALT, KRÓM ÉS NIKKELÖTVÖZET ALAPANYAGOKAT IS, TOVÁBBÁ NEMESFÉMEKET, UTÓBBIAK AZONBAN ELSŐSORBAN AZ ÉKSZERKÉSZÍTÉSBE HASZNÁLATOSAK. //

Utóbbi eljárás előnyeit pedig a sorozatgyártás költségkörülményei indokolják a legjobban: még akkor is megéri forgácsolással előállítani a nagyobb és egyszerűbb felületelemeket a munkadarabokon, ha a 3D-nyomatás mint lehetőség rendelkezésre áll. A kombinált gyártás ráadásul időtakarékos is: ugyanis a legmodernebb nyomatási eljárások időszükséglete sem olyan mérsékelt még, hogy teljes egészében kiválthassuk velük a sorozatgyártásban általában alkalmazott gyors és olcsónak számító megmunkálási módokat.

### BŐVÜLŐ ANYAGVÁLASZTÉK

A fémmegmunkálásban elterjedt anyagok az általános felhasználásúaktól egészen a speciális fémekig terjednek – arról, hogy mikor mit választunk, mindenképpen az alkalmazási körülmények és a munkadarabban szemben támasztott elvárások döntenek. Befolyásolja ezt továbbá az elérhető technológia, a szükséges utókezelés és a sorozatgyártásban igen gyakran emlegetett költségtényező is.

A 3D-nyomatásban használt fémek pedig kimondottan drága ipari alapanyagok: egy kilogramm 316L minőségű rozsdamen-

tes acélpor ára 350 és 450 dollár között alakul (forrás: 3D Hubs). Ez a fejlesztéseket a munkadarabok anyagszükségletének minimalizálására ösztönzi, ami a nyomatással egyáltalán nem lehetetlen: a megfelelő szerkezet kialakítása, a könnyítések, az üregek alkalmazása is ebbe az irányba mutat.

Az acélok mellett választhatunk alumínium, titán, kobalt, króm és nikkelötvözet alapanyagokat is, továbbá nemesfémeket, utóbbiak azonban elsősorban az ékszerké-

szítésben használatosak. Az SLM- (szelektív lézeres olvasztás) és DMLS- (direkt lézeres fémolvasztás) eljárások előnye továbbá, hogy olyan – porformátumú – anyagokat is alkatrészekké alakíthatunk velük, amelyeket forgácsolással igen nehéz lenne kiképezni, függetlenül a kialakítandó geometriától. Ilyenek a nikkel és a kobalt-króm szuperötvözetek. Ezekben az esetekben, bár a 3D-nyomatás és az kombinált megmunkálás egyáltalán nem olcsó gyártási eljárások, jelentős idő- és költségmegtakarítást jelenthetnek, miközben számottevően kevesebb anyag felhasználásával elérhető a kívánt alak.

### A LEGGYAKRABAN ALKALMAZOTT FÉMEK 3D-NYOMTATÁSHOZ

A 3D Hubs gyűjtése szerint az additív gyártásban leggyakrabban használt fémek igen sokfélék lehetnek. Tekintsük át most ezek tulajdonságait!

Alumínium és ötvözei (4047, 6061, 7075): Jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, és hőtüresük is igen jó. Kis sűrűségüknek köszönhetően könnyű munkadarabok készíthetők belőlük, vezetőképességük pedig számos alkalmazásban kamatoztatható. Hátrányuk, hogy keménységük elmarad

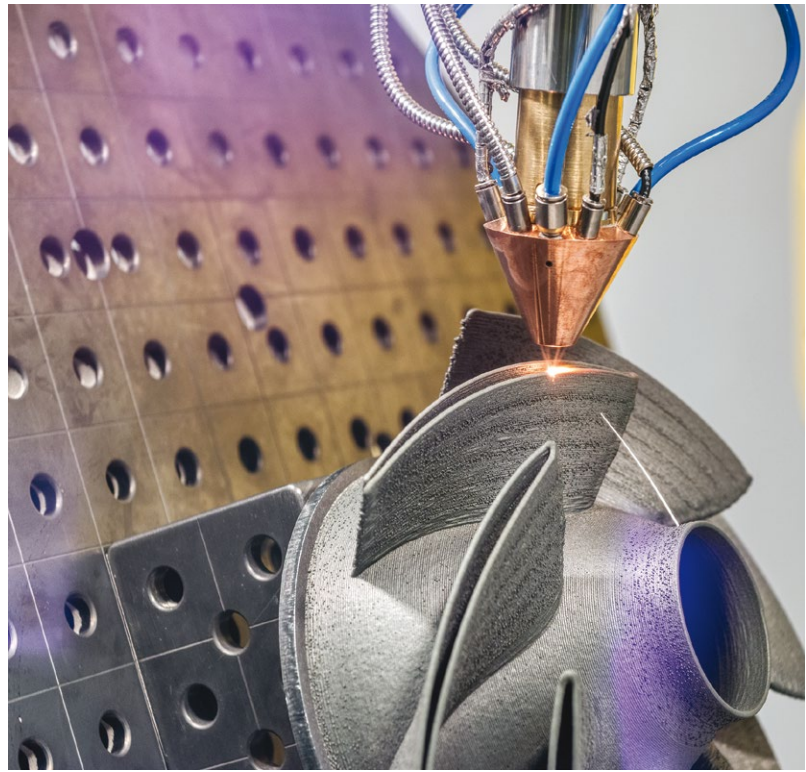
az acélokétól, így felhasználásukkor körültekintőnek kell lennünk a méretezésben.

Rozsdamentes és szerszámacélok (17-4 PH, 316L, 304 és H13, A2, D2): Kiemelkedő kopásállóság és kiváló keménység jellemzi ezeket az anyagokat, miközben rugalmasak és hegeszthetők. Beszerzésük azonban igen drága.

Titániumötvözetek (Ti64): Korrózióálló, biokompatibilis anyagok, kimagasló teherbírással, amihez kis súly társul. Hőtágulása igen csekély, így számos orvostechikai alkalmazásban bizonyít ez az anyag típus. Nyomatása egyedi protézisek gyártását teszi lehetővé.

Kobalt-króm szuperötvözetek: Kiváló kopásállóság és a korrózióval való ellenállás jellemzi őket, tulajdonságokat pedig igen magas hőmérsékleten is megtartják. Keménységük nagyon nagy, ami a hagyományos megmunkálási eljárások esetén nehézséget jelent, 3D-nyomtatással azonban ez kiküszöbölhető. Biokompatibilitásuknak köszönhetően a titánötvözetekhez hasonlóan számos területen alkalmazhatók az orvostechikai iparban is.

Nikkel-szuperötvözetek (Inconel): Kiváló mechanikai tulajdonságaik mellett ultramagas hőállósággal bíró anyagok, valamint rendkívül ellenálló a korrózióval szemben is. Kimondottan extrém környezetben alkalmazzák őket, borsos árak miatt



// A 3D-fémnyomtatás során olyan paramétereket is figyelembe kell vennünk, amelyek az anyag speciális kezelésére vonatkoznak

## // AHOZ, HOGY VALÓBAN MŰKÖDŐKÉPES ÉS TARTÓS ALKATRÉSZEKET KÉSZÍTHESSÜNK EZEKBŐL A FÉMEKBŐL, MEGFELEŐ ALAPANYAGKÉNT KELL HOGY A RENDELKEZÉSÜNKRE ÁLLJANAK. //

pedig elengedhetetlen a gazdaságos megmunkálási és gyártási eljárások használata.

Nemesfémek: Elsősorban ékszerészeti alkalmazásokban találkozunk velük, mivel rendkívül drágák ezek az anyagok. Nyomtatással azonban jól gazdálkodhatunk a készletekkel.

### TÚL A TULAJDONSÁGOKON

A felsorolt anyagok és anyagminőségek széles körű felhasználásra adnak alkalmat a 3D-nyomtatott alkatrészeknek. Azonban a nyomtatás sikere nem csak ezeken múlik.

Ahhoz, hogy valóban működőképes és tartós alkatrészeket készíthessünk ezekből a fémekből, megfelelő alapanyagként kell hogy a rendelkezésünkre álljanak. Ez lehet por (ez a gyakoribb) vagy fémfilament, függően attól, hogy milyen anyaggal dolgozunk.

Az alapanyag formáját befolyásolja továbbá az is, hogy a gyártás, a nyomtatás során milyen eljárást használunk, illetve a kiválasztásnál fontos szempont az elérni kívánt méretpontosság (-tartomány) is. A fémporok előállítása egyébként költséges folyamat, az egyes anyagoknál pedig nemcsak a porok létrehozása, hanem szállításuk és tárolásuk is körültekintést igényel.

Így a 3D-fémnyomtatás során olyan paramétereket is figyelembe kell vennünk, amelyek az anyag speciális kezelésére vonatkoznak. S bár ezek egy része a hagyományos fémmegmunkálási eljárásoknál sem megkerülhető, az additív eljárások esetén még alaposabban kell kialakítanunk a gyártási és tárolási környezetet, ezzel biztosítva a költséges alapanyagok és a gyártási folyamat konstans kiváló minőségét.

**Források:**  
3D Hubs, Markforged, 3D Systems

# A jövő megteremtése itt van.



## MACH-TECH

15. Nemzetközi gépgyártás-technológiai  
és hegesztéstechnikai szakkiállítás



## IPAR NAPJAI

8. Nemzetközi ipari szakkiállítás



**2021. június 15-18.**

## MACH-TECH és IPAR NAPJAI szakkiállítások új időpontban!

– Magyarország legjelentősebb üzleti eseménye  
és találkozója az iparban

**Helyszín:** HUNGEXPO Budapest Kongresszusi és Kiállítási Központ

A MACH-TECH és IPAR NAPJAI kiállítás-együttes évről évre teret ad az ipari ágazatok, az egyedülálló innovációk bemutatkozására, valamint az üzleti kapcsolatépítésre.

**Kiemelt téma:** Ipar 4.0 – M2M, IoT, AI, smart solutions, termelési hálózatok és további számos technológiai irányzat.

**Legfontosabb megjelenő tematikák:** gépipar, szerszámgyártás, elektronika, automatizálás, hegesztéstechnika, robotika, logisztika, energetika, IT, beszállítóipar és még sok más iparág.

**Betétkiállítás:** Védőháló Budapest - munkavédelmi kiállítás

**Bővebb információ és kiállítói jelentkezés:** [www.iparnapjai.hu](http://www.iparnapjai.hu)



**hungexpo**

Szakmai partnerek:



**SZTAKI**



**A** fémmegmunkáló kis- és középvállalatok számára nemcsak a magyarországi, hanem a külföldi cégek is versenytársakat jelenthetnek. Mégis sok olyan hazai vállalkozás működik, amely nem ellenfélként tekint a másik félre, sokkal inkább partnerként vagy ösztönzőként. „Nincs ilyen nyomás, soha nem szerettünk volna az olcsó távol-keleti országokkal versenyezni” – válaszolja Gyöngy Attila, az Elemech Kft. ügyvezetője arra a kérdésre, hogy éreznek-e külföldről érkező nyomást a versenyben. „Nem érzékelünk ez irányból elvárásokat, még mindig az a legfontosabb, hogy az általunk gyártott termék legyen olcsó és tökéletes. A mi üzletpolitikánk szerint a minőségre és a gyorsaságra helyezük a hangsúlyt, természetesen ennek megvan az ára, de tapasztalataink szerint az optimális ár-érték viszony eladható” – teszi hozzá Szabó László, a Vaskuvik Kft. ügyvezetője. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a megfelelés nem lenne elvárás feléjük: komoly minőségi követelményeket kell kielégíteniük ahhoz, hogy versenyben maradjanak mind a hazai, mind a nemzetközi megrendelők körében.

### **SAKADATLAN FEJLŐDÉS**

Arra a kérdésre, hogy mit tartanak meghatározó ipari trendnek, Gyöngy Attila a következő választ adja: „Az alkatrészgyártásban egyre nagyobb teret nyerhet a 3D-nyomatás, azonban ehhez szükség lesz arra is, hogy megfizethető technológiává váljon. Ez esetben mi is mindenképp beruháznánk. Az automatizálásban az alakfelismeréssel kapcsolatban várunk előrelépést, mivel a manipuláció már így is rengeteget fejlődött az elmúlt években.” Válasza egybeesik Szabó Lászlóéval, aki szintén a fémmnyomatást, az additív gyártást, illetve az automatizációt emeli ki, illetve hozzáteszi: „Ezek a technológiák ritkán alkalmazhatók rentábilis keretek között az egyedi alkatrészgyártás terén.” Tehát ezek terjedését a kkv-szektor szereplői körében jelenleg főleg a költségek akadályozzák, még akkor is, ha a technológiában egyre

több lehetőséget látnak a megrendelők és a gyártó vállalatok vezetői is. Hasonló a helyzet az ipar 4.0 paradigma terjedésével is: „Jelenleg inkább szemléli vagyunk ezeknek a technológiáknak, de minden fejlesztésünk és beruházásunk magában foglalja a lehetőségét annak, hogy ilyen irányban is fejlődhessünk” – mondja Gyöngy Attila.

Mindkét ügyvezető alapvetőnek tartja a hazai és nemzetközi szakmai sajtó híreit, a szakipari kiállítások és események szerepét az újdonságok bemutatásában. „Kiemelten fontosnak gondolom, hogy a kollégáim is tájékozottak legyenek, így azon kevés vállalat közé tartozunk, amely teljes létszámmal megjelenik a legnagyobb hazai kiállításokon” – emeli ki Gyöngy Attila.

A beruházásokat is a folyamatos fejlődés, az előrelépés lehetősége motiválja, olyan új technológiákat és berendezéseket keresnek, amelyekkel hatékonyabban szolgálhatják ki a vevőiket. „Igyekszünk a megrendelői igényeknek megfelelően fejleszteni és kihasználni a pályázati forrásokat. Fókuszunkban mindig a forgácsolási technológiák házon belüli korszerűsítése, az általunk használt gyártástámogató szoftverek fejlesztése áll, természetesen a hozzájuk tartozó szakemberek továbbképzésével egyetemben” – tájékoztat Szabó László. Gyöngy Attila pedig kiemeli: „Beruházásaink elsődleges mozgatórugója minden esetben a hatékonyságnövelés, ezt tartottuk szem előtt 2020-ban is, és a jövőben is erre koncentrálunk.”

### **MINŐSÉG, GYORSASÁG, JÓ ÁRON**

„A vevői igények az utóbbi időszakban elsősorban a határidők tekintetében váltak szorosabbá. Ha valami kell, akkor szinte azonnal kell, a döntéshozatali folyamatok pedig jelentősen megnyúltak” – foglalja össze Gyöngy Attila, utalva a 2020-as évben általánossá vált távmunka következményeire is. Abban mindkét ügyvezető egyetért, hogy az árcsökkenés nem mehet a minőség rovására, így mind a ketten kitartanak a fenntartható árazási politikájuk mellett, ami a rendelésállomány

és a 2021-es várakozások tükrében is jó döntésnek bizonyul.

### **AZ IPAR JÖVŐJE**

„Bár a 2020-as évben komoly visszaeséseket tapasztalhattunk egyes iparágakban, az egészségipar, a megújuló energiák és az elektromos autók gyártása nem veszített a lendületéből” – veti fel Gyöngy Attila, aki szerint nem kell mindenkinek ezekre az ágazatokra koncentrálnia, ugyanakkor a hosszú távú fennmaradás érdekében érdemes olyan területeken dolgozni, amelyeknek valódi jövőt jósolnak az elemzők. Szabó László ehhez hozzáteszi az építőiparhoz kapcsolódó gyártási igények kiszolgálásában rejlő lehetőségeket is. „Az ipar jövőjének biztosításához elengedhetetlen a megfelelően képzett mérnökállomány is, ez azonban nemcsak az oktatási intézményeken, hanem az ipari szereplőkön is múlik. A gyakorlati háttér biztosítása ugyanis a vállalatok feladata” – egészíti ki.

„A magyarországi kkv-szektor országos szintű kezelését illetően minta lehetne az ausztriai családi vállalkozások támogatása. Olyan vállalatokra van szükség hosszú távon, ahol szakértői kezében, fenntartható módon folyik a termelés: a tulajdonosok is szakmabeliek, tevékenyen részt vesznek a mindennapi munkában, így rálátásuk van a működésre” – ezt már Gyöngy Attila fűzi hozzá, kimondottan a kkv-k fenntarthatóságával kapcsolatban.

Hiszen ahhoz, hogy a magyarországi kis- és középvállalati szektor hosszú távon is fenntartható, illetve jövedelmező maradjon, elengedhetetlen a fejlett szabályozási politika.

A jelenlegi, nehezen kiszámítható helyzetben pedig a hosszú távú partneri kapcsolatok, a működéshez szükséges tartalékok, a kulcsfontosságú termelőeszközök biztos finanszírozása, illetve a jól képzett szakemberekből álló, megbízható csapat a legfontosabb. Ezekkel a cégvezetők szerint már a közeljövőben biztató eredmények érhetők el, a kitartó munka pedig jól felkészíti a 2022-re várt növekedésre.





éves adatok még nem állnak rendelkezésre; a szakma ismerői az ágazat termelésének visszaesését a mínusz tizenkettő és tizenöt százalék közötti tartományba helyezik (megjegyezve, hogy a bruttó hazai termék mennyisége „csak” öt százalékkal maradt el az egy évvel korábbtól).

Az elmúlt év áprilisa és júniusa között az export visszaesése meghaladta a belföldi szállításokét, majd a harmadik negyedévben az exportnak az előző negyedévihez viszonyított 23,2 százalékos növekedése meghaladta a belföldi szállítások 19,4 százalékos növekedését. 2020. január és szeptember között a 2019 első háromnegyed évével összevetve az export- és a hazai szállítások nagyjából azonos mértékben, 17,9, illetve 17,4 százalékkal estek vissza.

A pozitív irányú változások reménysugara első ízben tavaly szeptemberben futott át az ágazaton, amikor a beérkező rendelések 5,8 (ezen belül a belföldiek mintegy 9, míg az exportrendeléseké csupán 0,6) százalékkal haladták meg a 2019. 9. havit.

ágazat vállalatai nagy előszeretettel éltek a szövetségi kormány által felkínált „rövidített munkaidő”, azaz a „Kurzarbeit” adta átmeneti könnyítéssel, az ágazat helyzetére nézve kifejezőbb, hogy a teljesített munkórak száma a válság hónapjaiban csaknem 20 százalékkal mérséklődött.

A rendelkezésre álló termelési kapacitások kihasználtsága a 2018. nyári 88,3 százalékról bő másfél év alatt, 2020. januárra 78,1 százalékra csökkent, áprilisa 68,7 százalékra tovább zuhant, és ez júliusban is a két évvel korábbinál húsz százalékponttal alacsonyabb szinten maradt. Októberben aztán megjelentek az élénkülés jelei, és sikerült legalább a 76,1 százalékos szint újbóli elérése.

Az, hogy közép- és hosszabb távon hogyan alakul a német acél- és fémfeldolgozó ipar jövője, külső tényezők, nevezetesen az autóipar szerkezetváltásának, az ipar digitalizációjának és a klímaváltozás vállalatokra és azok termelési folyamataira gyakorolt hatásainak függvénye. Emellett

## // A KORONAVÍRUS-JÁRVÁNYT KÍSÉRŐ VÁLSÁG KÜLÖNÖSEN SÚLYOSAN ÉRINTETTE A SZEMÉLYAUTÓ-GYÁRTÁST, AMIT TERMÉSZETESEN AZ ACÉL- ÉS FÉMFELDOLGOZÓ IPAR IS MEGÉRZETT. //

a termelési volumen és kapacitáskihasználtság ritkán megélt hullámszáma mellett ment végbe.

Első pillantásra egészen kiváló eredménynek látszik, hogy az ágazat termelése 2020 harmadik negyedévében húsz százalékkal meghaladta az előző negyedévit. Figyelembe véve azonban, hogy ez a teljesítmény 10,6 százalékkal elmaradt a 2019 július és szeptember közöttitől, az év első kilenc hónapjában pedig a visszaesés mértéke 15,7 százalék volt, jól látható a válságból adódó, főként az acél- és fémfeldolgozó ipari termékek felhasználói körében bekövetkezett kereslet-, illetve az ennek nyomán kialakult termeléseszkökenés. E sorok írásakor 2020-ra vonatkozó teljes

A pozitív irányú változás októberben is folytatódott; legalábbis erre utal az ágazat vállalatainak az aktuális üzleti helyzettel kapcsolatos mutatójának javulása (igaz, a következő fél évre vonatkozó üzleti várakozásokban ez még nem volt felfedezhető).

### AZ AUTÓGYÁRTÓK ÉS A FÉMFELDOLGOZÓK „KÉZ A KÉZBEN” BUKDÁCSOLTAK

A nagy német ipari ágazatok közül a koronavírus-járványt kísérő válság különösen súlyosan érintette a személyautó-gyártást, amit természetesen az acél- és fémfeldolgozó ipar is megérzett. Március és augusztus között a foglalkoztatottak száma 3 százalékkal csökkent. Tekintettel arra, hogy az

némi bizakodásra ad okot az Európai Uniónak a brit kormánnyal az utolsó pillanatban létrehozott kereskedelmi megállapodása és a Joe Biden nevével fémjelzett új washingtoni kormányzat hivatalba lépése.

Holger Ade, a WSM ipari és energia-politikáért felelős vezetőjének a szövetség folyóiratában kifejtett véleménye szerint „hosszabb távon nagy kérdés a kereskedelmi hatalmi központok viszonyának alakulása, az európai és a nemzeti ipari stratégiák kiegyenlített továbbfejlesztése úgy, hogy abban a nagy globális szereplők érdekei mellett a kis- és középvállalatok tevékenységét meghatározó értékteremtési láncok kockázatai és kihívásai is figyelembe vétnessenek”.

■ Juhász Imre

# ÚJ ANYAGOK A LÁTHATÁRON

A kompozit fémhabok a helyüket keresik az iparban

**A Műegyetem kutatócsoportja egy igazán fiatal anyaggal kísérletezik. A kompozit fémhabok nemcsak egyedülállóak, hanem egyelőre izgalmas új területet jelentenek a fém alapanyagok világában: tulajdonságaikról, megmunkálhatóságukról, illetve felhasználásukról még rengeteg további információra van szükség, mielőtt elterjedten alkalmazhatókká válnak az iparban. Orbulov Imre Norbert, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Anyagtudomány és -technológia Tanszék egyetemi tanára, az MTA-BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport vezetője osztott meg információkat az eddigi eredményekről és a felhasználási lehetőségekről.**

*// Orbulov Imre Norbert, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Anyagtudomány és -technológia Tanszék egyetemi tanára, az MTA-BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport vezetője*



**A** mindennapokban használt fém alapanyagaink több száz éves múltra tekintenek vissza. A jól ismert és széles körben alkalmazott matériák tulajdonságai, megmunkálhatósága és tartóssága köztudott számunkra, és a fejlesztéseknek köszönhetően egyre fejlettebb, különleges körülmények között is használható anyagokkal dolgozhatunk. Az anyagtulajdonságokat pedig nemcsak a felhasználás, hanem a kívánatos megmunkálhatóság is befolyásolja. Az újonnan fejlesztett ipari alapanyagok esetén is hasonló elvárásokkal találkozunk – elterjedésük épp ezért függ nagyban az elérhető tulajdonságoktól, illetve a megmunkálhatóságtól.

## KOMPOZITOK: AZ IPARI ALAPANYAGOK ÚJ GENERÁCIÓJA

Definíció szerint a kompozitok olyan műszaki alapanyagokat jelentenek, amelyek két különböző fizikai és kémiai tulajdonságokkal bíró alkotóból állnak, az alkotók között pedig egy határreteg teremt kapcsolatot. Többnyire ipari környezetben alkalmazott műanyagokra, szálerősített polimerekre gondolunk, azonban a kompozitok rendkívül sokfélék lehetnek. Alkothatnak kompozitokat fémek is, amelyeket sokféle anyaggal párosíthatunk.

Hasonlóan, a kompozitok tulajdonságai és felhasználási területei is szerteágazók, ennek köszönhetően számos alkalmazásban

versenyeznek a hagyományos, egykomponensű fémekkel. Mégis, azokon a területeken, ahol nem mondhatunk le a fémek tulajdonságairól, speciális alapanyagokra, fémmátrixú kompozitokra vagy ötvözetekre van szükségünk. Egy ilyen alternatíva például a fémhab, mely szivacszerű szerkezetével egészen új megoldást jelenthet az ipar számára.

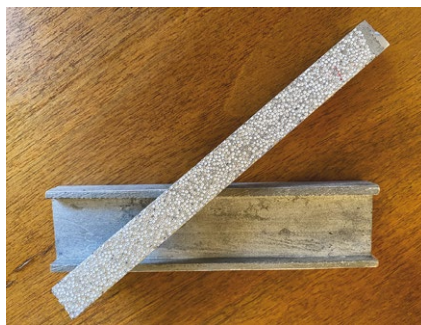
## A FÉM HAB MINT EGY ÚJ LEHETŐSÉG

„A fémhabokat több csoportba oszthatjuk, elsősorban két fajtájukat különböztetjük meg, ezek a nyílt cellás, illetve a zárt cellás fémhabok” – kezdi Orbulov Imre Norbert. „A zárt cellás fémhabok egy különleges osztályát nevezhetjük szintaktikus fémhaboknak is, kutatócsoportunkkal ilyen anyagokat vizsgálunk. A szintaktikus fémhabokban néhány tíz mikrontól néhány milliméterig terjedő átmérőjű kerámia vagy fém gömbhéjak találhatóak – ezek biztosítják a fémhabokra jellemző porozitást” – teszi hozzá.

Ez a porózus szerkezet a második fázis (vagyis a gömbhéjak) anyagától függően eltérő fizikai tulajdonságokkal bír. Így a felhasználása is sokféle lehet, noha az iparban még igen korlátozottan alkalmazzák a fémhabokat. „Elsősorban könnyített fémszerkezeteket készítenek belőle: autóalkatrészeket például. Azonban az előállítás költségei miatt a sorozatgyártásban még nem terjedt el” – egészíti ki Orbulov Imre Norbert, és hozzáteszi: „Ahhoz, hogy szélesebb körben

is alkalmazzák ezeket az anyagokat, olcsóbbá kellene tennünk őket, mivel a tömegtermelésben ma még elsődleges szempont az ár. Ezért olcsóbb, mégis állandó tulajdonságokkal bíró töltőanyagokat keresünk, kísérletezünk például perlitel és oxidkerámiákkal. Ezek jelentősen költséghatékonyabb megoldást jelenthetnek a jövőben.”

A megmunkálhatóságot illetően szintén további kutatásokra van szükség: „A fémhabok néhány évtizedes múltja tekintenek vissza, az alaposabb kutatások pedig nemrég kezdődtek meg. A megmunkálásukkal kapcsolatban általános tapasztalat, hogy intenzíven koptatják a szerszámokat – elsősorban a kerámia gömbhéjak –, így forgácsolásuk nem gazdaságos. Szikraforgácsolással szintén megmunkálhatók, de a leggyakrabban formaöntéssel hozzák a kívánt alakra ezeket az anyagokat” – magyarázza Orbulov Imre Norbert.



„A szintaktikus fémhabokban néhány tíz mikrontól néhány milliméterig terjedő átmérőjű kerámia vagy fém gömbhéjak találhatók – ezek biztosítják a fémhabokra jellemző porozitást

„Elsősorban az autógyártók számára jelenthetnek áttörést a fémhabok, ugyanakkor a jelenlegi költséges előállítás és a körülményes megmunkálhatóság akadályozza az elterjedést – mondja Orbulov Imre Norbert az alkalmazhatósággal kapcsolatban. – Emellett a hadiipar, a védelmi technika, továbbá az

építőipar használ fémhabokat. Azonban napjainkban még elsősorban kutatócsoportok dolgoznak ezekkel az anyagokkal, keresve az optimális megmunkálási lehetőségeket, az anyagi tulajdonságok stabilizálásának módját, illetve a gyártási költségek csökkentésének mikéntjét.”

Ahhoz pedig, hogy a fémhabok ne csak az egyetemi és kutatóintézeti laboratóriumokban legyenek elterjedt vizsgálati alpanyagok, az ipari szereplőknek is be kell kapcsolódnuk az alkalmazási lehetőségek keresésébe. Erre pedig már akadnak példák néhány iparágban. Az pedig, hogy mit hozunk még ki ezekből az új, sokoldalú, nagy teherbírású, mégis könnyű anyagokból a jövőben, már csak a mérnöki leleményességen múlik.

További információ az MTA-BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport, valamint a BME-ATT weboldalán olvasható.

■ Kun Zsuzsi

TAEGUTEC  
**SPEEDTEC**  
HIGH SPEED & FEED LINES

**A jövő jelene  
a fémforgácsolásban**



**TaeguTec Hungary Kft.**

1142 Budapest, Kassai u. 151.

☎ 06-1-273-2952 📠 06-1-273-2950 ✉ info@taegutec.hu 🌐 www.taegutec.hu

INDUSTRY 4.0  
**TaeguTec**  
Member IMC Group

# INERT GÁZ A 3D-FÉMNYOMTATÁSBAN

A 3D-fémnyomtatás láthatatlan szereplői



**A gázok láthatatlanok, szerepük mégis lényeges az additív gyártás során. A 3D-nyomtatási eljárás, illetve az alapanyag függvényében különböző tisztaságú gázokat alkalmaznak védő, szállító vagy hűtési feladatokra. Az alapanyag, fémpor gyártásához például nitrogént, argont vagy héliumot használnak a már felhevített, folyékony fém atomizálása során, így létrehozva a nyomtatáshoz szükséges, gömb alakú szemcsékből álló port.**

**A** csúcskategóriás fémadalékanyagok gyártásához és a megfelelő anyagtulajdonságú 3D-nyomtatott termékek létrehozásához tökéletes gázösszetételre van szükség.

Az inert gázok – mint például az argon és a nitrogén – kémiaiilag inaktív környezetet teremtenek, amely lehetővé teszi olyan alkatrészek építését, amelyek meg-

követelik a nagy tisztaságú gyártási közeget. A fémadalékanyagok gyártásának (AM) legnagyobb kihívása, hogy az alkatrészek felépítése maximálisan ellenőrzött környezetben valósuljon meg, amelyben minimalizálni kell a szennyeződések.

Fontos, hogy az AM-folyamatok során ne legyenek jelen reaktív gázok, ne legyen szén-dioxid- vagy oxigénszennyeződés. Az

inert gázok kulcsfontosságú szerepet játszanak a kiváló minőségű 3D-nyomtatott fém alkatrészek gyártásában – nemcsak az inert atmoszférában történő nyomtatásnál, ahol el kell kerülni a szennyeződések, de elengedhetetlen a gyártás előtti és utáni folyamatoknál is –, például a fémpor előállításánál, tárolásánál és az utómunka során.



A fémportalapú 3D-nyomtatási eljárás nagy tisztaságú, inert gázokkal – például argonnal vagy nitrogénnel – töltött kamrákban zajlik, hogy a reaktív gázokat kiszorítsák. Az oxigéntartalom rendkívül kicsi változása is ronthatja az oxigénre érzékeny ötvözetek – a titán vagy az alumínium – mechanikai vagy kémiai tulajdonságait, befolyásolhatja a végtermék összetételét, ami negatív fizikai jellemzőket, például elszíneződést, sőt még anyagfáradást is eredményezhet. Az AM-alkalmazásokban élenjáró iparágak, mint például a repülőgépipar, az autóipar és az orvostechnikai ipar esetében, az ilyen negatív termelési eredmények kritikusak.

A nagy gázgyártók az elmúlt években rengeteg energiát szenteltek annak, hogy fejlesszék a levegőben lévő szennyeződések optimális környezetét a 3D-fémnyomtatáshoz.

### FÉMPOR GYÁRTÁSA ÉS TÁROLÁSA

A késztermék mechanikai tulajdonságai nemcsak magától az AM-eljárástól függenek, hanem az abban használt por jellemzőitől is. Az AM-ben használt fémporok minősége kritikus fontosságú, mivel befolyásolhatja a késztermék fizikai tulajdonságait, beleértve a szakítószilárdságot, a ridegséget, az ütésállóságot, a hőállóságot és a korrózióval szembeni ellenállást. A levegőben lévő gázok alapvető szerepet játszanak a fémporok megfelelő minőségének biztosításában.

Hogy a fémpor simán és egyenletesen áramoljon a 3D-nyomtatóban, arra van szükség, hogy a lehető leggömbölydedebbek legyenek a részecskék az alapanyagban, mert így a nyomtatott porréteg sűrűbb lehet. A szemcsék alakja befolyásolja a porozitást, mert a gömbalaktól való eltérés alacsonyabb sűrűséghez és így nagyobb porozitáshoz vezet. A legeredményesebben gázporlasztással lehet elérni a tökéletes gömbalakot.

A gázatomizációs eljárásoknál a rúd alakú alapanyagot indukciósan vagy plazmaívvel olvasztják meg. A folyékony fémáram körül fúvókákon keresztül vezetik a gázt, amely expandálás következtében jelentős nyomásesést szenved, és megvál-

toztatja az olvadék áramlásának jellegét. Ha az olvadék megfelelően túlhevített, akkor a hengeres alakból először kúppá, szalaggá, ellipszissé, majd gömbbé alakul. Az atomizálásra használt gáz – nitrogén, argon vagy hélium – az olvadék tulajdonságaitól is függően befolyásolni fogja a keletkezett por tulajdonságait.

A fémporok gyártásánál és az additív gyártási környezetben a cél a 100 ppm (0,01%) alatti oxigénszint biztosítása. Az ehhez alkalmazott gázok 5.0 tisztaságúak (99,999%), illetve 2 ppm alatti O<sub>2</sub> és legfeljebb 3 ppm H<sub>2</sub>O szennyezőt tartalmazhatnak. A megfelelő minőség

eredményezheti. E probléma kiküszöbölésére fejlesztették ki a porszekrényt, amely nedvességszabályozó és -ellenőrző egységgel működik, folyamatosan méri és szabályozza a páratartalmat, így biztosítja az értékes, érzékeny fémporok minőségének megőrzését.

### UTÓMUNKA GÁZOK SEGÍTSÉGÉVEL

A legtöbb AM-komponens a feszültségcsökkentés miatt hőkezelést igényel. Ezt forró izosztatikus préseléssel érik el (HIP), ami egy fejlett anyagkezelési eljárás, amely magas hőmérsékletet alkalmaz zárt, nagy nyomású atmoszférában az öntött

## // A GÁZOKNAK FONTOS SZEREP JUT A FÉMNYOMTATÁSHOZ SZÜKSÉGES MINŐSÉGI FÉMPOROK GYÁRTÁSÁBAN, VALAMINT A 3D-NYOMTATÁSI KÖRNYEZETBEN A NEDVESSÉG ÉS AZ OXIGÉN TÁVOL TARTÁSÁBAN, TOVÁBBÁ HATÁSSAL VANNAK A GYORS OLVASZTÁSI ÉS SZILÁRDULÁSI FOLYAMATOKRA IS. //

biztosításához a korszerű 3D-nyomtatók esetében nemcsak átöblítik védőgázzal a munkaterületet, hanem vákuumozzák is, majd ezt követően töltik fel a megfelelő védőgázzal, és kezdik meg a nyomtatást.

A fémpor minősége alapvetően befolyásolja a 3D-nyomtatott elem mikrostruktúráját és fizikai tulajdonságait, ezért pontosan meghatározott, állandó minőségűnek kell lennie, amihez a helyes tárolás és kezelés elengedhetetlen. A páratartalom öregíti a port, csökkenti annak folyékony-ságát, és növeli az oxigén mennyiségét a nyomtatás során.

A fémporokat általában tartályokban vagy zárt szekrényekben tárolják a nyomtató közelében, az edény minden egyes megnyitásakor behatol a környezeti levegő és megváltozik a páratartalom, ami szenny-yeződést és az alapanyag roncsolódását

fémanyagok és alkatrészek belső porozitásának, üregeinek megszüntetésére. Izosztatikus nyomás alatt lévő edényben hőkezelik a munkadarabokat, az inert atmoszférát nagy tisztaságú argonnal biztosítják.

A Binder Jetting 3D-fémnyomtatási eljárás és a szinterezés során is szükség van inert gázokra, például argonra, vagy speciális reaktív gázkeverékre, amely hidrogént vagy metánt tartalmaz.

Mint látható, a gázoknak, elsősorban az argonnak, a héliumnak és a nitrogénnek fontos szerep jut a fémnyomtatáshoz szükséges minőségi fémporok gyártásában, valamint a 3D-nyomtatási környezetben a nedvesség és az oxigén távol tartásában, továbbá hatással vannak a gyors olvasztási és szilárdulási folyamatokra is.

# ÉRTJÜK A SZAKMÁD



starski



B2B KOMMUNIKÁCIÓS ÜGYNÖKSÉG  
WWW.STARSKI.HU

3D-nyomtatott alumíniumminta metallográfiai vizsgálata

# ADDITÍV GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA

**Az alumínium előnyeit ötvözve a 3D-nyomtatás költséghatékonyságával innovatív megoldást kapunk a 21. századi ipar kihívásaira.**

Az alumínium alkatrészeknek egyre nagyobb jelentőségük van az iparban. Kedvező tulajdonságaiknak köszönhetően – termikus jellemzők, alacsony fajsúly – additív gyártásuk egyre bővül az autóiiparban és a repülőgépiparban is. Mindkét ágazat esetében fontos szerepe van a minőségbiztosításnak, melynek részterülete a metallográfia is. Utóbbi az anyagkutatás egyik legfontosabb módja ma, amely nélkülözhetetlen a tudósok és a mérnökök számára. Cikkünkben egy körgyűrű alakú, nyomtatott alumíniumminta fémtani előkészítését mutatjuk be.

## KOMPLEX ANYAGVIZSGÁLAT

Az additív gyártástechnológia alkalmazásának gazdaságosságát az adja, hogy általa csökken az átfutási idő, valamint nem keletkezik az anyag leválasztásából származó hulladék, ugyanis egymást követő rétegek építésével hozzuk létre a darabot. Így minden egyes réteg az aktuális darab egy vékony vízszintes keresztmetszeteként értelmezhető.

A metallográfiai előkészítés első lépése a minta darabolása. A mintát először rögzíteni kell a vágógép XY asztalára egy



» Minta vágása



» Minta előkészítése elektrolitos polírozással

megfelelő rögzítést biztosító befogóval, majd meghatározott vágási paraméterekkel indul a vágási folyamat. Jelen esetben ezek a következők voltak: előtolási sebesség 100 µm/másodperc, fordulat 2800 r/perc.

## CSISZOLÁS, POLÍROZÁS

A megfelelő méret elérése után a minta csiszolása következik, ami jelen esetben manuálisan történt több lépcsőben, lépésként 30 másodpercen keresztül, maximum 2500-as szemcsefinomsággal.

A csiszolás után a darab készen áll az elektrolitos polírozásra, melynek segítségével mikroszkópos vizsgálat során láthatóvá válik az alumínium szövetszerkezete. Az elektrolitos technológia egyszerűbbé teszi a minta előkészítését, hiszen a normál kémiai maratási technológiával körülményesebb elérni a kívánt eredményt.

A polírozás paraméterezésénél be kell állítanunk a feszültséget, mely esetünkben 25 V volt, a folyamat időtartamát, mely 13 másodpercet vett igénybe, valamint az elektrolit áramlási sebességét, melynek értéke a készülék skálája alapján a 8-as fokozat. A javasolt elektrolit alumí-

niumminta előkészítéséhez a perklórsav és az etanol meghatározott mennyiségű keveréke.

## ANYAGKUTATÁS

A vágás, beágyazás, csiszolás és polírozás során létrejövő teljesen sima felület létrehozásával a cél az anyagok valódi szerkezetének megismerése, tulajdonságainak vizsgálata, hibaanalízise. Az előkészítés befejezésével mikroszkóp alatt elemezhetjük a minta szemcseszerkezetét.

A 3D-nyomtatási ipar számos technológiát és anyagot ölel fel. A legtöbb embernek az egyszerű asztali FDM-nyomtató jut eszébe, amikor a 3D-nyomtatásra gondol,



» Alumíniumminta szövete képe az előkészítés után

azonban ez nem a teljes kép. A 3D-nyomtatás anyagai lehetnek akár fémek, szövetek és műanyagok is. Ezért fontos, hogy a különféle iparágak igényeihez igazítva többféle szempontból vizsgáljuk és kutassuk.

■ Majercsák László, Grimas Kft.



info@grimas.hu  
<https://grimas.hu/termekategoria/roncsolasos-anyagvizsgalat/metallografia/>

CLX 450 TC világpremier

# JÖVŐBIZTOS BELÉPÉS A KÉSZREMUNKÁLÁS VILÁGÁBA

**Az új, compactMASTER maró-eszterga főorsóval felszerelt CLX 450 TC-vel a DMG MORI az univerzális esztergálás egyre növekvő igényeire kíván válaszolni.**

**A** DMG MORI univerzális szerszámgépei számos CNC-művelet elengedhetetlen részét képezik immár hosszú évtizedek óta. Az új CLX 450 TC-vel pedig a szerszámgépgyártó ismét sikerrel járt az univerzális esztergálás újraértelmezésében. A kisebb mennyiségek és nagyobb alkatrész-változatosság szükségével növekvő gyártási igények kielégítése érdekében a DMG MORI a CLX TC-vel egy új sorozatot hoz létre, amely a hagyományos szerszámtárat egy compactMASTER maró-eszterga főorsóval felszerelt B tengellyel helyettesíti. A gépben egy szerszámtárral ellátott automata szerszámváltó, a szokásos nagy teljesítményű főorsó és egy szegnyereg vagy opcionálisan egy ellenorsó kapott helyet. Ez a világpremier tehát tökéletes belépést kínál a hatoldalas készre munkálás világába.

## A CLX 450 TC FŐBB JELLEMZŐI

- Maximális munkatér-kihasználtság a compactMASTER főorsónak köszönhetően
- 30 férőhelyes (opcionálisan 60) szerszámtár a maximális rugalmasság érdekében
- A B tengely 0,001°-os felbontásának hála, nincs szükség szögmérőre
- Minimális beállítási és állóidők a többszerszámú kialakításnak és testvérszerszámoknak köszönhetően
- Y tengely az excenteres esztergáláshoz és maráshoz, az alapfelszereltség részeként

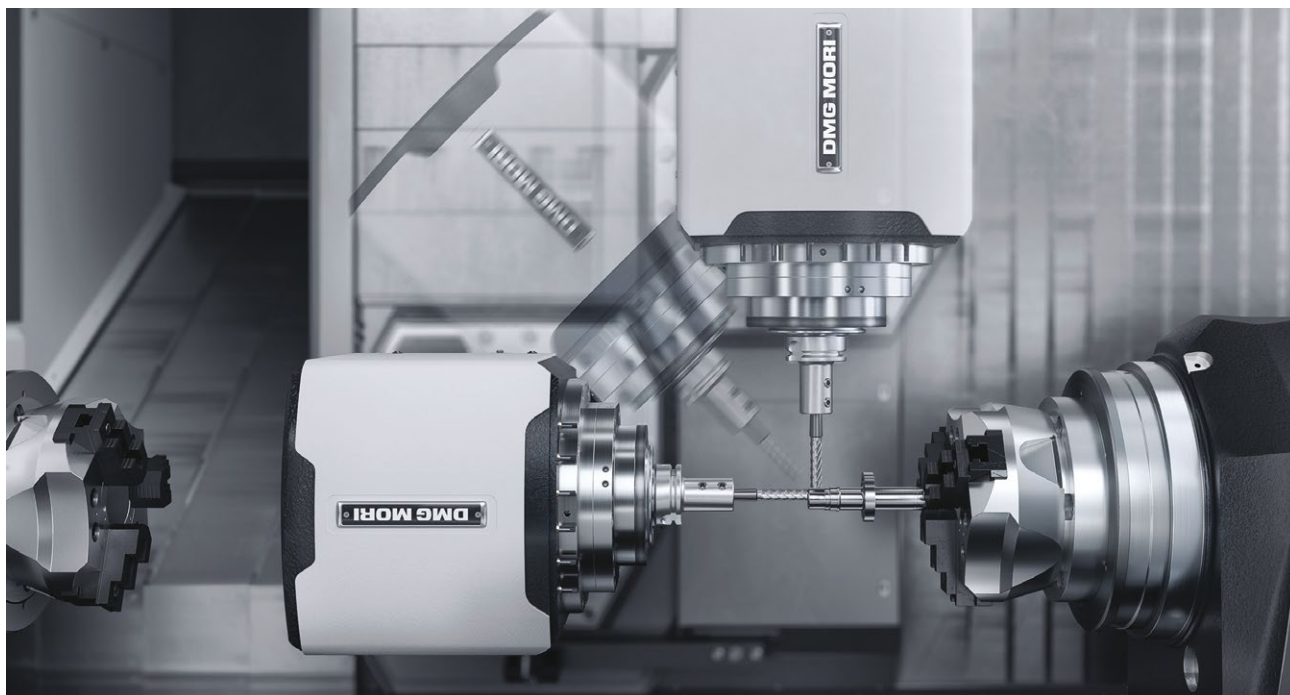
## NAGYOBB TECHNOLÓGIAI INTEGRÁCIÓ

„Az elmúlt néhány év egyértelműen bizonyította, hogy a maró-esztergákra egyre nagyobb igény mutatkozik” – mondta

el Harry Junger, a GILDEMEISTER Drehmaschinen ügyvezető igazgatója a piaci fejleményekkel kapcsolatban. Az alkatrészek komplexitása folyamatosan növekszik, emellett pedig továbbra is prioritást élvez



» A CLX 450 TC a tökéletes belépő a hatoldalas készre munkálás világába



» A B tengelyes gépkonceptió

a beállítási idők csökkentése, tette hozzá. „Szerszámgépgyártóként erre nagyobb technológiai integrációval válaszolunk, amit a CLX 450 TC világpremierje is tökéletesen demonstrál.”

Az új CLX 450 TC központi eleme a compactMASTER maró-eszterga főorsóval felszerelt B tengely. Az Y tengelynek köszönhetően még az alapfelszereltséggel is biztosított az excenteres megmunkálás, az akár 60 – standardként 30 – férőhelyes szerszámtár pedig számos különböző alkatrész gyártását teszi lehetővé, folyamatközi szerszámbeállítások nélkül. A szerszámok természetesen a megmunkálással egy időben be- és kikapcsolhatók, ami még tovább csökkenti a beállítási időket.

„A B tengelyes gépkonceptió mindössze egy-egy szerszámot igényel a fő- és ellenorsóhoz” – magyarázza el Harry Junger. Majd hozzát teszi, hogy a többszerszámú kialakítás és testvérszerszámok használata is lehetséges, így semmi nem állhat a rugalmas automatizáció és felügyelet nélküli műszakok útjába. A compactMASTER főorsó hasonló előnyöket kínál CNC-maráshoz: mindössze egy szerszám áll rendelkezésre a sugár- és tengelyirányú maráshoz, nincs szükség speciális szögfejre, és még komplex megmunkálásokra is lehetőség nyílik a standard szerszámokkal.

### KIVÁLÓ ÁR-ÉRTÉK ARÁNY

Harry Junger szerint a B tengely a folyamatstabilitás szempontjából is előnyös:

„Lehetővé válik a munkadarab szerszám-gépben történő átfogó mérése. A főorsó felett, a munkatéren kívül egy integrált szerszámbe mérő eszköz is található.” Mindennek köszönhetően az ütközések kockázata is elenyésző. Az 1100 mm-es esztergálható hossz és a 400 mm-es átmérő mindemellett számos különböző alkatrész megmunkálásának teret ad.

Vezérlés tekintetében a CLX 450 TC a felhasználóbarát SIEMENS 840D solutionline-nal és egy 19 hüvelykes érintőpanellel van ellátva. A DMG MORI CNC-megmunkáláshoz kínált exkluzív technológiai ciklusai akár 60 százalékkal is gyorsíthatják a kezelést, ellenőrzést és programozást. „A technológiai know-how bele van építve a programba, a párbeszédvezérelt programozás pedig minimálisra csökkenti a lehetséges hibákat” – teszi hozzá Harry Junger. Meg van győződve arról, hogy a CLX 450 TC egy jövőbiztos, átfogó megoldáscsomag: „Ez a maró-eszterga egyesít mindent, amire az ártudatos felhasználóknak szükségük lehet az elkövetkező évtizedben.” ■



» CLX 450 TC: termelékeny megmunkálás



[www.dmgmori.com](http://www.dmgmori.com)  
[service.hungary@dmgmori.com](mailto:service.hungary@dmgmori.com)

Additív gyártás

# ÚJ ÜZLETÁG SZÜLETIK

**A Horn 2018 tavaszán indította el additív gyártási projektjét. A kezdeményezés mára külön gyártási területté nőtte ki magát két különböző 3D-nyomtatási eljárással.**

„Az additív gyártás már a kezdetektől foglalkoztat minket. Ezért már régóta odafigyelünk a fémekkel történő 3D-nyomtatás terén elért eredményekre” – mondta Matthias Rommel, a Paul Horn GmbH gyártási igazgatója. Amint a gépek technológiai fejlettsége elérte azt a szintet, hogy precíziósszerszám-gyártóként már alkalmazni tudták őket, beszerezték az első saját berendezésüket. Egészen pontosan egy DMG Mori Lasertec 30 eszközt. A gépet eredetileg kutatás és fejlesztés céljára vásárolták, hogy speciális szerszámokat és prototípusokat készíthessenek vele. Majd az ügyfelekkel folytatott beszélgetések során újra és újra szóba került a 3D-nyomtatás témája. A pusztán szakmai érdeklődésből folytatott beszélgetések nyomán később egyre több 3D-nyomtatással készült alkatrészre vonatkozó konkrét megkeresés érkezett. Az ügyfelek élénk érdeklődését tapasztalva végül megfogalmazódott bennük a gondolat, hogy kiépítsék az additív eljárással készült alkatrészek bérgyártásával foglalkozó kiegészítő üzletágukat. Jelenleg két, második generációs DMG Mori Lasertec 30 berendezést használnak.



» Markus Horn, a Paul Horn GmbH ügyvezető igazgatója

## NEM MINDENRE JÓ

A szerszámgyártó vállalat a saját szerszámmainak előállításánál is használja az additív gyártást. Különösen a prototípusok, az egyedi és a tartószerszámok készítéséhez, valamint a hűtőközeggráték optimalizálásához alkalmazzák. A Horn szerint az additív gyártást akkor célszerű alkalmazni, ha az műszaki előnyökkel jár. A korábban hagyományos módon előállított alkat-

részek additív gyártása sok esetben nem jár semmilyen gazdasági előnnyel. Ilyen lehet például egy forgó alkatrész, amelyet egy automata hosszesztergán is viszonylag gyorsan el lehet készíteni.

Az additív gyártás a forgácsolásos utómegmunkálás esetében is túl drága lenne. A hagyományos gyártással szemben további hátrány a viszonylag rossz felületminőség (Rz30), a +/- 0,1mm-es elnagyolt pontosság, valamint a rúdanyagokhoz képest költséges por.

Ha viszont az alkatrészek bonyolultabbak, már szóba jöhet az additív gyártás. Például a könnyűszerkezetek, a hűtőcsatornák speciális megvezetései, valamint a geometriai szempontból kihívást jelentő elemek kis darabszámú sorozatai esetében. Itt már ellensúlyozzák az említett hátrányokat az olyan előnyök, mint a szabad kialakítás, a könnyű szerkezet, a gyors igazítás vagy az összetett elemek esetében a gyors gyártási folyamat. Ezért a jövőben érdemes minden konstrukció esetében ezt a lehetőséget is megfontolni.

## HÁZON BELÜL GYÁRTANAK

A cég szakértői különböző szempontok alapján elemzik a kiinduló anyagot. A Horn az elemzés során a Horn Hartstoffe GmbH széles körű szakértelmére támaszkodik, hiszen a vállalat már évek óta foglalkozik keményfémporok porelemzésével. Ráadásul rendelkezésre állnak a megfelelő mérőberendezések is. Ha a bemeneti paraméterek rendben vannak, kinyomtatják a megfelelő próbaidomokat, majd metallurgiai elemzésnek vetik alá őket. Az adatok gyors kinyerését a Horn Hartstoffe mellett az új Horn elemzőközpont (HAZ) is segí-



» Metallurgiai anyagelemzés

ti. Munkatársaik itt elkészítik a megfelelő mikrográfiai képeket a póruselemzéshez, és további anyagvizsgálatokat végeznek.

A vállalatnál a porágyas eljárásról is ismert, ún. Selective Laser Melting módszert alkalmazzák. Ennél az eljárásnál a fémport rétegekben felviszik egy süllyeszthető platformra, majd a megfelelő területeken lézerrel megvilágítják és felolvasztják. Ezt addig ismétlik, amíg el nem érik az alkatrész magasságát.

A Horn a következő anyagokat alkalmazza: alumínium (AlSi10Mg), nemesacél (1.4404), szerszámacél (1.2709) és titán. További anyagok jelenleg tesztelés alatt állnak. Az összeszerelő helyiség mérete legfeljebb 300x300x300 mm. Mivel a Horn a gyártás valamennyi lépését a vállalaton belül végzi el, az adott gyártási terület szakértői közvetlenül odafigyelhetnek az ügyfelek igényeire. Az alkatrészek gyártása a mindenkorai ügyféligények szerint különböző kiviteli formában történik. Ennek során a Horn a tervezésben és az alkalmas poralapú paraméterek kiválasztásában is segítséget nyújt az ügyfeleknek. A gyártás az ügyfél igényei szerint történhet nyersdarab vagy akár készre munkált alkatrész formájában is. További előnyt jelent a megfelelő géppark és a mérőeszközök megléte, mert ezzel időt

lehet megtakarítani, és közvetlen ráhatásuk van minden gyártási folyamatra.

„Felismertük a trendet, és befektettünk az additív gyártásba. Mivel a keményfém-porok feldolgozása terén megfelelő hozzáértéssel és tapasztalattal rendelkezünk, illetve kiválóan értünk a forgácsolós utómegmunkáláshoz, a beérkező megkeresések és megbízások igazolják az új üzletág bevezetését” – mondta Markus Horn, a Paul Horn GmbH ügyvezető igazgatója.

### EGY KONKRÉT MEGOLDÁS

A nagy teljesítményű dörzsárazás során végzett folyamatbiztos forgácsellenőrzéshez a Horn az ügyfél igényeire szabott, additív gyártással készült hűtőközegtárcsákat kínál. Az átmenő furatok és a mély zsákfuratok dörzsárazása során a szabványos megoldások gyakran műszaki akadályokba ütköznek. Különösen a hosszúforgácsú és a nehezen forgácsolható anyagok esetében van szükség a szerszámrendszer és a hűtőközeg-hozzávezetés módosítására. A 3D-nyomtatással készült hűtőközegtárcsával a Horn egy szerszámszárra csavarozott megoldást kínál a problémára.

Ez azt jelenti, hogy az alkatrész közvetlen és célzott hűtést, valamint mindenképp folyamatbiztos forgácselvezetést biztosít,



» A 3D-nyomtatás bonyolultabb formákra is képes

ezáltal növelve az élettartamot. Az additív gyártástechnológiának köszönhetően a hűtőközeg-kilépések szabadon alakíthatók ki. A kilépések alakja pedig megakadályozza a forgács bejutását. Ráadásul a hűtőközegcsatorna keresztmetszete és kilépési szöge a kívánt megmunkáláshoz és a forgácsolandó anyaghoz igazítható. A polírozott és bevonattal ellátott forgácsterek révén a szerszámszár biztosítja a forgács elvezetését a megmunkálási területről. Továbbá a hűtőközeg-hozzávezetés átadásról átadásra csökkenti a keresztmetszetet. Ezáltal nyomáscsökkenés nélkül nő a hűtő-kenő közeg áramlási sebessége. A szerszámrendszer átszabható zsákfurathűtésre, vállhűtésre vagy akár egyszerre váll- és zsákfurathűtésre is. A tömör keményfém dörzsárlapka, a szerszámszár és a 3D-nyomtatással készült hűtőközegtárcsák komplett kombinációjával a Horn bizonyította szakértelmét a furatmegmunkálás terén, és ismét arról tanúskodott, hogy technológiailag kiváló problémamegoldó készség és úttörő szellem jellemzi. ■



» A lézer rétegről rétegre építi fel az alkatrészeket



<https://www.phorn.hu>  
[technik@phorn.hu](mailto:technik@phorn.hu)

Trochoidális megmunkálás

# GAZDASÁGOS MARÁS KIVÁLÓ FELÜLETI MINŐSÉGGEL

**A modern CNC-megmunkálóportálok számítógépes teljesítményének köszönhetően a gyártó cégek komplex marási munkákat is gyorsabban és költséghatékonyabban képesek elvégezni.**

**T**rochoidális vagy örvénymarásnál a szerszám – ellentétben a hagyományos marással – nem lineárisan, hanem kör alakú mozgásminta szerint működik. Ennek során a maró teljesen belemerül a munkadarabba, és a vágás a szerszám teljes hosszában történik. Ehhez egy speciális trochoidális marót választanak, amelynek átmérője kisebb, mint a megmunkálandó horony vagy kontúr. Az előtolási és a körmozgás kombinációja következtében a trochoidális marás fogásvételi szöge állandóan 90 fok alatt tartható. A hagyományos maráshoz képest így a trochoidális marás nagyobb forgácsolási sebességet és vágási mélységet, illetve rövidebb megmunkálási időt tesz lehetővé, a szerszám és a gép kisebb terhelése mellett.

## MEGNÖVELT SZERSZÁMÉLETTARTAM

A trochoidális megmunkálási folyamat a modern CNC-gépek programopcióival összetett kontúrok pontos és költséghatékony megmunkálását is lehetővé teszi. A Hurco gépgyártónál egyre növekszik a WinMax vezérlés megfelelő szoftveres kiegészítője, az AdaptiPath™ iránti érdeklődés. „A trochoidális marás mindig gazdaságosabb módszer, ha a hagyományos marás több mélységi fokozatban történik” – magyarázza Florian Kerkau, a Hurco alkalmazástechnikusa. Különösen horony- és zsebmaráshoz, valamint kontúrok feltárásához ajánlja a trochoidális eljárást. Mindhárom alkalmazásnál sok anyagot kell rövid idő alatt eltávolítani –



» A trochoidális marás akár tízszeresére is meghosszabbíthatja a szerszámok élettartamát, a megmunkálási idő pedig 30-40 százalékkal csökken

## TÖKÉLETES CNC MEGOLDÁSOK EGY KÉZBŐL



» Florian Kerkau, a Hurco alkalmazástechnikusa

ez olyan feladat, amelyhez a trochoidális marás a lényegesen nagyobb vágási mélység miatt egyértelműen előnyösebb, mint a hagyományos marás.

Adaptív előtolás-szabályozású trochoidális marás esetén az előtolás nem követi a fixen programozott értéket, hanem az orsó teljesítményétől és egyéb folyamatadatoktól függően folyamatosan igazodik az aktuális marási pályához. A szoftver az előírt forgács-középvastagságnak megfelelően minden pillanatban újraszámolja a fogásvételi szöveget. A gép maximális sebességgel jár, a határérték túllépése nélkül. Ezáltal az olyan trochoidális folyamatok, mint az AdaptiPath, lehetővé teszik a hatékony nagy sebességű megmunkálást a szerszám és a gép konstans terhelése mellett. Az előnyök a hagyományos forgácsoláshoz képest nyilvánvalóak. Rövidebb megmunkálási idő az időegység alatti maximális forgácseltávolítási mennyiség következtében, nagyobb folyamatbiztonság az alacsonyabb szerszám- és gépkopás miatt, valamint végző soron alacsonyabb egy munkadarabra jutó költségek. „Trochoidális marással a szerszámok élettartama akár tízszeresére növelhető, a megmunkálási idő pedig 30-40 százalékkal csökken. Nagyon egyszerű munkadarab esetén a megmunkálási idő akár több mint a felével csökkenthető. Ennek érezhető hatása van a gazdaságosságra” – mondja Kerkau.

### GYORSAN IMPLEMENTÁLHATÓ

A Hurco WinMax vezérlésében a trochoidális marás egy standard opció, amely minden adatrekordhoz egyszerű kattintással lehívható. A program maga határozza meg a merülési pontot és minden mászt is. Legfrissebb verziójában bármely zsebként definiált ciklus működhet az AdaptiPath programmal. Ez nyitott zsebekre, ill. nyitott kontúrookra is érvényes. A trochoidális megmunkálás megkezdése előtt a kezelőnek csak meg kell határoznia a vágási értékeket. Ennek során integrált szerszám- és anyagadatbázis használata ajánlott. A jövőben az egyes szerszámok és bizonyos anyagok egyedileg tárolt vágási értékeit a vezérlés automatikusan lehívja és közvetlenül a programba továbbítja.

Megfelelő programopciót és nagy teljesítményű vezérlőrendszert feltételezve, a megmunkálási folyamat gyorsan implementálható a meglévő folyamatokba. „Öt-tíz perc alatt elmagyaráztuk az AdaptiPath működését ügyfeleinknek. Ezután még megnézzük a szerszámokat, és a kezelők fél munkanapon belül futtathatják a programot. A trochoidális marás szinte mindig kifizetődő” – mondja Florian Kerkau.



[info@singleproduct.hu](mailto:info@singleproduct.hu)  
[www.singleproduct.hu](http://www.singleproduct.hu)

Minden Gép  
+  
Vezérlő



**MAXIMUM® VEZÉRŐ**  
GYORS  
INTUITÍV  
RUGALMAS

**EGYEDÜLÁLLÓ  
A SZAKMÁBAN.**

Minőségi lézervágás

# HÓDÍT AZ XLASE

**Az XLASE gépek hazai fogadtatásáról Szabó Zsombor, a Signdepot Kft. ügyvezető igazgatója számolt be lapunknak.**

Az XLASE, a HSG új márkanéve, kizárólag az európai piacra készül. A HSG felismerte a tényt, hogy bár magas műszaki színvonalú gépeket gyárt az európai igényekhez, de a távol-keleti marketing és üzleti kultúra sok mindenben más hagyományokra épül, éppen ezért máshogy működik, mint a nyugati. Ezt felismerve a HSG létrehozott 2018-ban egy saját leányvállalatot a hamburgi székhelyű XLASE GmbH képében, és teljesen szabad kezet adott a német vezetésnek. „Az európai szemlélettel a HSG gépek még jobban illeszthetők az EU piacán az európai igényekhez. Ez nemcsak üzleti és marketingterületen, de a gépek műszaki tartalmában is pozitív változást jelent” – mondta lapunknak Szabó Zsombor.

## 2016: XLASE MÁRKA ITTHON IS

A Signdepot itthon 2016-tól értékesítette az első HSG fiberlézervágót. A képviselőt mára már az ország teljes területét lefedi. A cégnél az ipari fiberlézerek forgalma-



» Szabó Zsombor, a Signdepot Kft. ügyvezető igazgatója

zását mintegy tízéves, lézergépekben szerzett tapasztalat előzte meg. 2016-ig több mint 200 db CO<sub>2</sub>-lézervágót és lézergravírozót telepítettek, amivel úgymond elérték a piaci határokat, ezért új, komolyabb kihívásokat kerestek. Az első fiberlézergép telepítése 2016-ban bármiféle nehézség nélkül történt, hiszen az alapvető technológia (CNC,

lézersugaras vágás, anyagismeret) már ismert volt a szerviztechnikus kollégáik számára. Sőt, a CO<sub>2</sub>-lézerekhez képest egy fiberlézer egyszerűbb, kompaktabb, kevesebb meghibásodási lehetőséggel. „Ettől függetlenül pontosan tudjuk, hogy a vevői elégedettség 50%-ban az értékesítéstől és 50%-ban a vásárlás utáni támogatástól függ, ezért minden évben kötelező gyártói technikai továbbképzéseken veszünk részt, hogy mindig friss szakmai tudással felkészülve segítsük az ügyfeleinket” – mondta Szabó Zsombor.

## CÉLCSOPORT: KIS- ÉS KÖZEPES VÁLLALKOZÁSOK

Az első két évben lassan indult be az üzlet, ami minden új márka esetében érthető. A cégvezető úgy véli, hogy üzleti sikert és elismerést csak hosszú távon lehet elérni, ezért a kitartó munkának köszönhetően az ország minden részén található XLASE fiberlézervágó gép, mára már több mint 20 ipari fibergép üzemel problémamentesen. Különösen büszkék arra, hogy az összes ügyfelük elégedett referenciának számít. Az elsődleges célcsoportjuk a kis- és közepes méretű vállalkozások. Vagyis azok a cégek, amelyek szeretnének fejlődni, új technológiát használni, de üzletileg nem kifizetődő számukra a piacvezető legnagyobb márkák gépeinek és szolgáltatásainak magasabb árszintje. Nekik a Signdepot egyedi „Full Service” ajánlatcsomagja, a gépek alacsonyabb árai és magas műszaki színvonala, valamint a profi szakmai háttér ütős ajánlatot biztosít.

„Üzletpolitikánk egyik alappillére a jó gép, magas műszaki tartalommal,



» Az új XLASE márkanév 12 ország partnereivel startolt

minőségi alkatrészekkel.

A másik alappillért egy tapasztalattal és az adott gépre szakképesítéssel rendelkező jó csapat alkotja. Ez a kettő az XLASE-ben és a cégünkben szerencsére teljesül” – mondta Szabó Zsombor. Az ügyfelekkel jó a kapcsolatuk, azok elégedetten használják

a gépeket, és ha segítségre szorulnak, akkor mindig gyorsan segítenek támogatás vagy szervizelés formájában. Az ügyfelek itthon többek között az alábbi tevékenységi körből kerülnek ki: ismert ablaknyitók-gyártó, alumíniumkerítés-gyártó, rozsdamentes ipari konyhai termékek gyártója, közúti forgalomtechnikai tábla gyártója, italautomata-gyártó, fém bútorgyártó, fémépületelem-gyártó, mezőgazdaságigép-gyártó, lift-, emelő-, anyagmozgatógép-gyártó, légttechnikai idomokat gyártó.

### SZÉLES GÉPVÁLASZTÉK

Az XLASE fiberlézergépek három fő kategóriába sorolhatók: síklemezvágók, sík/cső vágók, valamint csővágó lézerek. Mind a három kategórián belül különböző típusok alkotják a kínálatot teljesítmény és termelékenység szerint. Sík lézereknél 3000×1500 mm-es asztallal és 1,5 kW IPG-lézerforrással indul a „legkisebb” gép, míg a 20 kW-os 8000×2500 mm-es munkaasztallal rendelkező típus jelenti



» A G4020H az XLASE csúcsteljesítményű 2D-s fémvágó lézerberendezése

a csúcsteljesítményt. Nagyon népszerűek a kombinált gépek, mert valódi kettő az egyben megoldást jelentenek kompromisszum nélkül. Teljes értékű síklemezvágásra és szinte átállási idő nélküli (~fél perc) teljes értékű cső- és zártszelvényvágásra képesek. A csővágó kiegészítés ráadásul teljes értékű, szabvány 6 méteres szálakat kezel, és típustól függően akár 325 mm átmérőig vagy 220×220 mm-es profilméretig. A csővágó gépek között rendelhető manuális (kézi adagolás) és teljesen automatizált típus is.

### ÜGYFÉLTAPASZTALATOK, SZERVIZIGÉNY

A Signdepot elsősorban egy adott technológiai részegységet, a lézeres vágásra alkalmas gépet szállít. Ezen belül különböző igények merülnek fel a megrendelő részéről. Csővágóknál elsősorban a teljesen automata típusokat keresik, melyek adagolóegységgel és gyűjtővel vannak ellátva. Sík lézereknél viszont nagyon

csekély az érdeklődés az automata lemezfelrakó egységre. Ugyanakkor a Covid-19-világjárvány és az azt megelőző gazda-

sági visszaesés a lézervágó berendezések hazai és nemzetközi felvevőpiacára is hatással volt.

„Hazai viszonylatban a cégünknel azonnal érezhető volt a kirobbanó járvány és az ezzel járó korlátozó intézkedések hatása” – mondta Szabó Zsombor. Az érdeklődések száma lecsökkent, mert a legtöbb cég visszafogta a fejlesztéseket, beruházásokat. Szerencsére ez már a múlt, ráadásul ez a visszaesés csupán néhány hét után pozitív irányban változott, sőt az előző évhez képest a 3. negyedévre növelték a lézergépeladások számát. Mivel a fő vevőkörük jellemzően kis- és közepes méretű vállalkozásokból áll, így a vásárlóik nincsenek 100%-ban veszélyeztetett helyzetben az elsősorban az autóiparban tapasztalható recessziótól. A legtöbb ügyfelük egyedi termékeket gyárt, egyedi megbízásokat teljesít. Így büszkén mondhatják, hogy a pandémia lassan másfél éves időszaka alatt összességében nem tapasztaltak nagyobb gazdasági visszaesést a cégnél.



[www.signdepot.eu](http://www.signdepot.eu)  
[info@signdepot.eu](mailto:info@signdepot.eu)

# XLase

BY HSG LASER GROUP

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

## G3015X

A HSG LEGNÉPSZERŰBB VÁGÓGÉPÉNEK, A G3015A TÍPUSÁNAK A TOVÁBBFEJLESZTETT VÁLTOZATA

- ▶ Max. sebesség: 140m/min sebesség
- ▶ IPG lézerforrás 1kW-tól 4kW-ig
- ▶ Továbbfejlesztett elszívó rendszer
- ▶ Kompakt, kis helyigény, teljesen zárt ipari burkolat



### Full Service

- ingyenes tanácsadás
- gép és szoftver
- szállítás
- beüzemelés és oktatás
- support és szerviz

3 ÉV GARANCIÁVAL!

EU-n BELÜLI ÁFA MENTES ÉRTÉKESÍTÉSSEL IS!

Új technológiák

# EGÉSZSÉGBARÁT VÁGÓOLAJ MŰKÖDÉS KÖZBEN

**A TOTAL a megváltozott ügyféligényeket és iparági trendeket figyelembe véve kezdett el biológiai forrásból származó polimereket és olajokat kifejleszteni partnerei számára.**

A fémmegmunkálási ipart érintő technikai és működési előírások Európa- és világszerte egyre szigorodnak, különösen a vágóolajok és a hűtés tekintetében. Minden vállalat célja a termelékenység növelése, és lehetőleg a költségek csökkentése. Ugyanakkor létfontosságú az iparban foglalkoztatottak egészségének megőrzése, valamint a környezet védelme. Az ásványi-olaj-származékokból készült, hagyományos kenőanyagok azonban sok esetben nem felelnek meg maradéktalanul ezeknek a feltételeknek. A fémmegmunkálás veszélyes szakma, mert a gyártási folyamatok során gyakran képződik olajköd, aminek káros hatása lehet, így a fémmegmunkáló üzemek dolgozóinak egészsége komoly veszélyben forog a belélegzett olajmennyiség miatt. Az

giallag lebomló vágóolajat eredményeznek. A TOTAL új, egészségbarát VALONA MS 7010 BIO vágóolaját forgácsológépekben alkalmazzzák. A legelterjedtebb megmunkáló módszer a forgácsolás, amikor a munkadarabot a megrendelő által előírt alakra, illetve méretre gyártják. A munkafolyamat során több dologra is folyamatosan figyelni kell. Mivel a munkadarab és a megmunkálógép forgácsolófelülete nagy erőhatásnak van kitéve, jelentős kopás következik be, ami szerszámcserehez és a javítás idejére az adott gép leállításához vezet. A gyártásbiztonság napjainkban egyre fontosabbá válik, egy rövid termelés kiesés is súlyos következménnyel járhat a vállalatok számára. Nézzük meg, hogyan vált be a gyakorlatban az új, egészségbarát vágóolaj!

ezt a kockázatot kenőanyagok segítségével lehet csökkenteni. A három hónapos tesztidőszak alatt a kenés szempontjából üzembiztosabbak, kiszámíthatóbbak lettek a gyártási folyamatok, kevesebb elégtelen kenésre visszavezethető szerszám-törés történt. A gyártott munkadarabok méretei, tűrései, rajzi előírásai könnyebben, biztosabban tarthatók. A próbaidőszak alatt a köszörűgépek esetében is pozitív eredmények születtek, a megfelelő minőségű korong esetén jelentősen pontosabbá válik a gyártás és a mérettartás, a korongot ritkábban kell szabályozni. Ezzel pedig más kenőanyagokkal ellentétben a VALONA BIO-val jelentős hatékonyságnövelés érhető el, mondta a 2000 terméket gyártó cég gyártási igazgatója.

## » A VÁLLALAT SIKEREIT A FOLYAMATOS FEJLŐDÉSNEK, VALAMINT A LEHETŐ LEGMODERNEBB TECHNIKÁNAK KÖSZÖNHETIK. «

olajköd növeli a tüdőbetegség és a rák kockázatát, a lecsapódás miatt a gépfelületek és a padló pedig síkossá, így balesetveszélyessé válhat.

A TOTAL a megváltozott ügyféligényeket és iparági trendeket figyelembe véve kezdett el környezetbarát polimereket és olajokat fejleszteni. Az új alapanyagok az ásványi olajok kiiktatásával alacsony toxicitást és bioló-

### HOSSZABB ÉLETTARTAM, ÜZEMBIZTOSABB MŰKÖDÉS

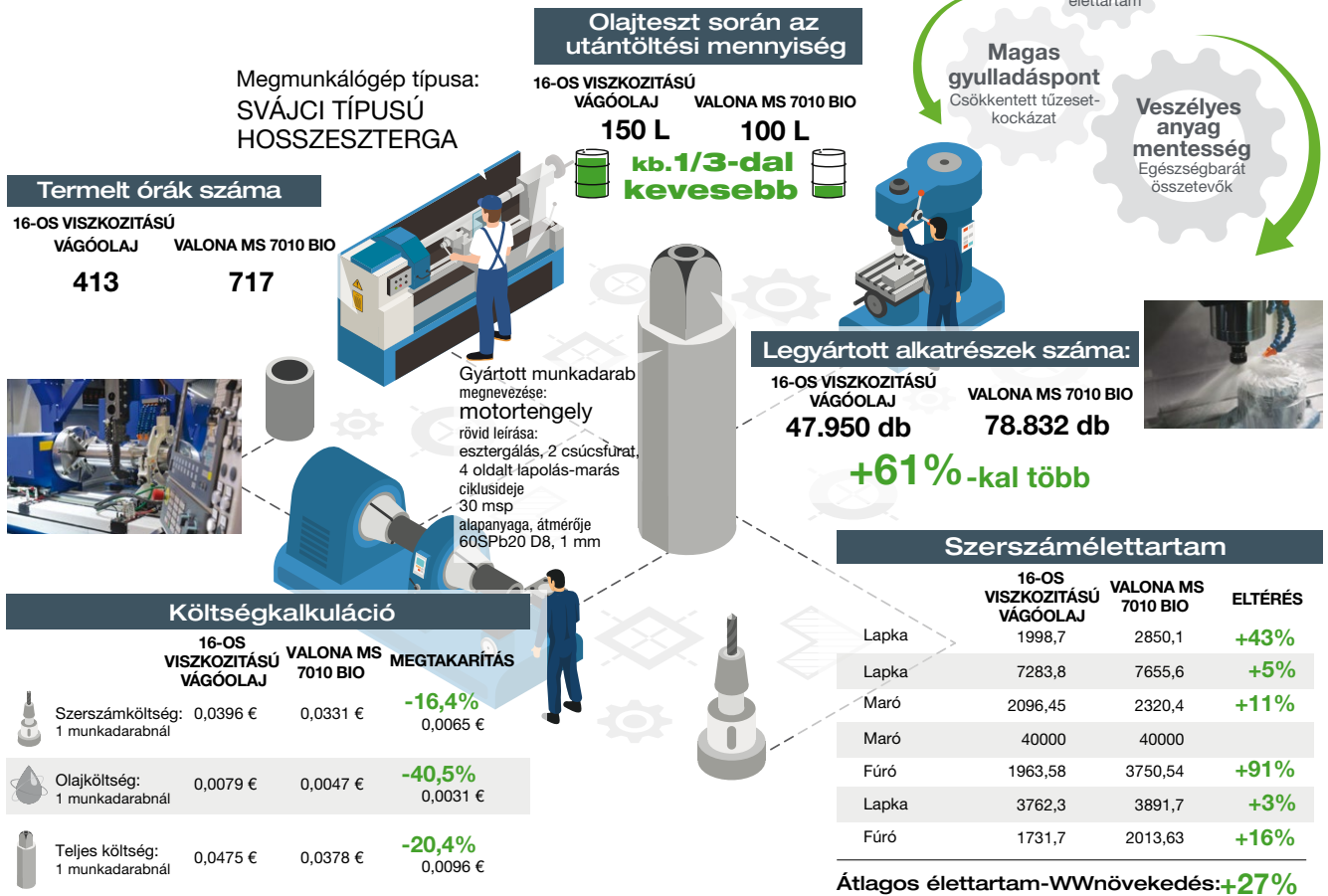
Egy békés megyei szerszámkereskedő és alkatrészgyártó vállalat szerint, a VALONA BIO használatával a nagyobb forgácsolási paraméterek esetén átlagosan 15-20%-os élettartam-növekedés érhető el a forgácsolószerszámok tekintetében. A nagy erőhatás miatt el is törhetnek a szerszámok,

### MILYEN PROBLÉMÁRA KERESTÉK A MEGOLDÁST?

A fémmegmunkáló gépek hatékony üzemeltetése mellett a munkakörnyezet és a munkatársak egészségvédelme is fókuszban van a vállalatnál, ezért döntöttek a VALONA BIO egészségbarát vágóolaj használatára mellett. A vállalat sikereit a folyamatos fejlődésnek, valamint a lehető legmodernebb technikának köszönhetik. Így tudják biztosítani ügyfeleik széles körű elvárásait, a lehető legjobb minőségben tudják kiszolgálni őket. Több mint 2000 terméket gyártanak, ezért kiemelt figyelmet kap a géppark folyamatos fejlesztése és karbantartása. Az új vágóolaj hatására jelentősen csökkent az üzembiztonság és az egészségre ártalmas olajköd mértéke, valamint a gépek kopása. A vállalatnál úgy látják,

Normál esetben használt vágóolaj  
**16-OS VISZKOZITÁSÚ VÁGÓOLAJ**  
2020. 01. 06 – 01. 31.

Teszt során használt vágóolaj  
**VALONA MS 7010 BIO**  
2020. 06. 17 – 07. 06.



hogy a VALONA BIO használata rövid időn belül megtérül, a tulajdonos pedig az eddig használt kenőanyagok lecserélését tervezi.

### MIBEN MÁS AZ EGÉSZSÉGBARÁT VÁGÓOLAJ?

A VALONA BIO egy ásványolajmentes növényi olajból készült, kiválóan alkalmazható vágóolaj esztorgálásra, fűrésra, menetfűrésra, köszörülésre és hónolásra acélokhoz és színesfémekhez egyaránt. A jelen-

tős szerszámki költség-megtakarítás mellett a megmunkálóolaj-fogyasztást is csökkenti, valamint javítja a munkahelyi környezetet. A termék minden európai munkavédelmi szabálynak maradéktalanul megfelel. Legnagyobb előnye, hogy nem tartalmaz rákkeltő benzopirént és más policiklikus szénhidrogéneket.

Fém megmunkáláskor a megmunkálóeszköz és a fém közötti súrlódás következtében hő keletkezik, és ennek következtében

előfordulnak tüzesetek. A VALONA BIO-nak 40 Celsius-fokkal magasabb a gyulladáspontja, mint az ásványi alapú olajoknak, ami lecsökkenti az esetleges tüzesetek lehetőségét. A Németországban elvégzett dermatológiai tesztek kimutatták, a szagmentes, biológiai forrásból származó anyag nem vált ki bőrirritációt, veszélyességi besorolása nincs. Ami a legfontosabb jellemzője a terméknek, hogy a munkafolyamat során nem képződik egészségre káros gőz, emellett pedig a munkaterület burkolata sem válik csúszóssá. A tesztek során kiderült, hogy a VALONA BIO jelentősen növelheti a költséges megmunkálószerszámok élettartamát, köszönhetően a növényi vágóolaj által nyújtott kiemelkedő kopásvédelemnek.

» **A LEGFONTOSABB JELLEMZŐJE  
A TERMÉKNEK, HOGY A MUNKAFOLYAMAT  
SORÁN NEM KÉPZŐDIK EGÉSZSÉGRE KÁROS  
GŐZ, EMELLETT PEDIG A MUNKATERÜLET  
BURKOLATA SEM VÁLIK CSÚSZÓSSÁ.** «



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

[rm.iparikenanyag@total.com](mailto:rm.iparikenanyag@total.com)

Ideális kondenzátorok

# NEM CSAK A GÉPJÁRMŰIPAR SZÁMÁRA

**Egy tetszőleges berendezés tervezésekor, függetlenül annak későbbi alkalmazási területétől, érdemes azt jó minőségű kondenzátorokkal felszerelni. Utóbbtól nagymértékben függ a berendezés élettartama.**

A Kemet egyike azon cégeknek, melyek termékeit a legmagasabb szintű kiviteli minőség jellemzi. Ezen belül különösen figyelemreméltók az R52-sorozatú zavar-szűrő kondenzátorok. A cég kondenzátorai kettő – egy elektromosan vezető és egy szigetelő – rétegből épülnek fel, melyek együtt egy lapított hengert alkotnak. Ennek mindkét oldalán fémlemezek helyezkednek el, amelyekhez hozzáerősített kivezetések találhatók. Az egész egységet egy műanyag tokozás fedi le (1. ábra).

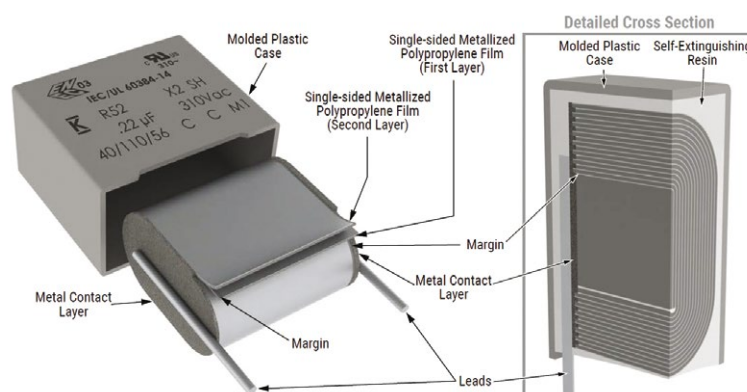
Az R52-es sorozat tokozása külön figyelemre érdemes a méretei miatt. Ha összehasonlítjuk pl. az idősebb 0,47  $\mu\text{F}$  kapacitású és 15 mm-enkénti lábkiosztású, F86-os sorozat modelljeivel, látható, hogy az R52-es kondenzátor 86%-kal kisebb.

Az R52 kondenzátorokat, csakúgy, mint a többi Kemet terméket, számos tesztnek vetik alá, amelyek minden körülmények között megerősítik a megbízhatóságukat. Ezek alapján látható, hogy az új kondenzátorsorozat többek között kiváló ellenállás jellemzi a kedvezőtlen külső hatásokkal szemben.

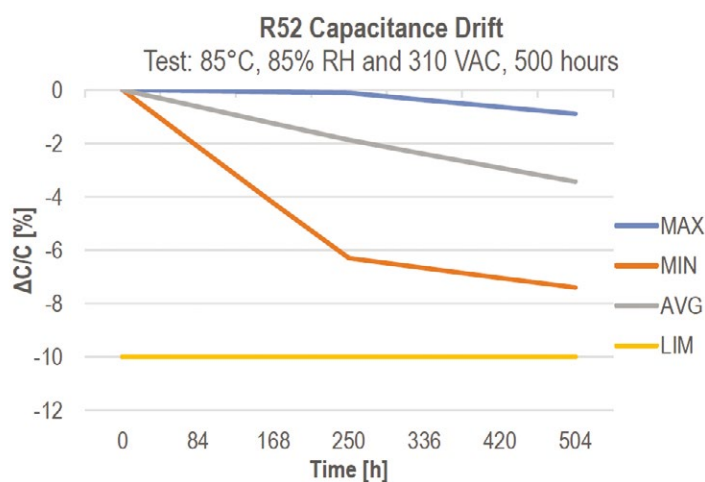
A kapacitáscsökkenés-tesztet a 2. ábra mutatja be:

A 85 °C-os hőmérsékleten és 85%-os páratartalommal lefolytatott vizsgálatok igazolják, hogy a kondenzátor kapacitáscsökkenése a 6–8%-os tartományba esik, az átlagos érték pedig 2–4%.

Figyelemre méltó az új kondenzátorok maximális töltőárama is. A teszt során a töltőáram értékét a kondenzátor frekvenciájától és kapacitásától függően ellenőrizték.



» 1. ábra



» 2. ábra

**» AZ R52 KONDENZÁTOROKAT SZÁMOS TESZTNEK VETIK ALÁ, AMELYEK MINDEN KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT MEGERŐSÍTIK A MEGBÍZHATÓSÁGUKAT. «**



PPH MEDIA

GYARTAS  
TREND

TECHNOLÓGIAI MAGAZIN



A VERSENY FŐTÁMOGATÓJA:

e-on

# 2020 ÉV GYÁRA

## FOLYTATÓDIK AZ AZ ÉV GYÁRA VERSENY!

2020-TÓL KÜLÖN ÉRTÉKELJÜK ÉS DÍJAZZUK  
A KKV GYÁRAKAT ÉS A NAGYVÁLLALATOKAT!

BŐVEBB INFORMÁCIÓ:  
[WWW.EVGYARA.HU](http://WWW.EVGYARA.HU)

FŐTÁMOGATÓ



KIEMELT TÁMOGATÓK



PARTNEREINK



A VERSENY SZERVEZŐI



A vizsgálatot 25 °C-on végezték. Bizonyos kapacitások esetén az 1 kHz frekvencia alatti töltőáram alacsonyabb, mint 1 A, de az 1 kHz meghaladása után az áram mindig nagyobb, mint 1 A.

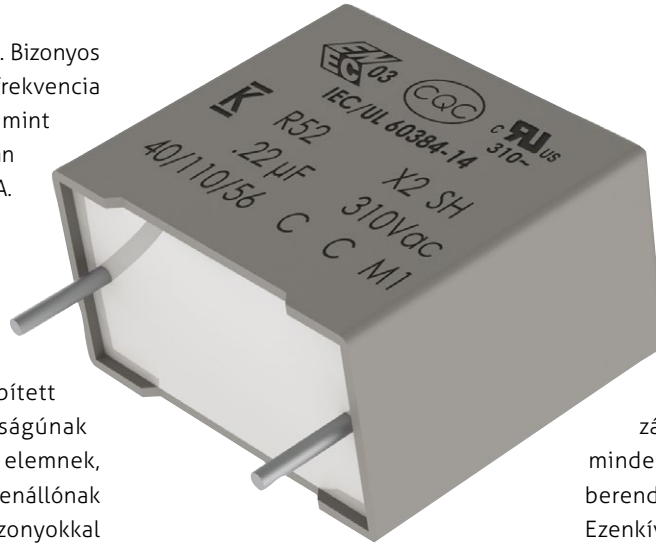
### ALKALMAZÁSI TERÜLETEK

Az egyik iparág, amelyben az R52-sorozatú kondenzátorok sikeresen használhatók, az autóipar. A járműkbe beépített elektronikának kiváló tartósságúnak kell lennie. Ezenkívül minden elemnek, beleértve a kondenzátort is, ellenállónak kell lennie a kedvezőtlen útviszonyokkal szemben is.

Az elektromos autókban használt átalakítókna és invertereknek szintén jó működési kultúrával kell rendelkezniük. Erre hatással van többek között az akkumulátor töltési időszükséglete is. Az R52-sorozatú kondenzátorok erre a tényezőre is jó hatással vannak, és növelni képesek az átalakítók és inverterek hatékonyságát.

R52 kondenzátorokat az RTV- és háztartási elektromos készülékeket gyártó iparban is használnak. Az ilyen típusú készülékekben a tápfeszültségrendszerek megtervezése már az alapoktól megtörténik. Ez elengedhetetlen, ha a berendezések tökéletes hatékonyságát és a gyártás folyamatosságát akarjuk biztosítani. Például a rádió- és televíziókészülékek gyártásához szükséges elektronikus alkatrészek megfelelő előkészítése megköveteli azok korábbi beüzemelését.

Az elektronikus berendezések gyártása során lényeges a méret, ezért fontos



a legkisebb méretű alkatrészeket használni. A Kemet szerint termékeik használatával átlagosan a PCB-n lévő hely 41%-át lehet megtakarítani (a tápegységekre vonatko-

zóan). A PCB-n jelentkező helytakarékosság más típusú előnyök elérését is lehetővé teszi a jövőben. Egy kisebb méretű alaplemez tárolási helyet takarít meg, ami szintén nagyon fontos a gyártási folyamat optimalizálásában.

» A Kemet R52 kondenzátorsorozatának egy darabja

### ENERGIAMÉRŐK: FOLYAMATOS PONTOSSÁG

Az energiamérők a következő termékek, amelyeknek a legnagyobb pontossággal és folyamatos üzemmódban kell működniük. A Kemet kondenzátorok használata kiváló minőségű, mindenféle külső tényezőnek ellenálló berendezés létrehozását teszi lehetővé. Ezenkívül a méretük átlagosan 38%-kal csökkenti a nyomtatott áramköri lemez méretét.

Minden vezérlő- és mérőberendezésnek (függetlenül attól, hogy az csak egy szokványos digitális multiméter vagy egy professzionális kalibrátor) a lehető

## » AZ R52-SOROZATÚ KONDENZÁTOROK SZÁMOS ALKALMAZÁSBAN FELHASZNÁLHATÓK, ÉS NAGYON MAGAS KÖVETELMÉNYSZINTŰ HELYEKEN IS BIZONYÍTOTTAN BEVÁLNAK. «

legmagasabb szintű mérési pontosságot kell biztosítani. Ahhoz, hogy ez elérhető legyen, a készülékgyártóknak megfelelő módon meg kell tervezniük az említett műszerek mérőkörreit. Minél magasabb az egyes komponensek minősége, annál könnyebb elérni a kívánt hatást és a kész berendezések pontosságát.

Összefoglalva: a Kemet által kínált R52-sorozatú kondenzátorokat kiváló tulajdonságok és kis méretek jellemzik. Ennek köszönhetően számos alkalmazásban felhasználhatók, és nagyon magas követelményszintű helyeken is bizonyítottan beválnak.

### AZ R52-SOROZATÚ KEMET ZAVARSZŰRŐ KONDENZÁTOROK JELLEMZŐI

- Kapacitás: 100 nF-től 22 µF-ig
- Névleges feszültség: 310 VAC/560 VDC
- Üzemi hőmérséklet: max. 110 °C
- Kivezetésszter: 15 mm-től 37,5 mm-ig (kapacitástól függően)
- Autóipari ágazati szabvány megfelelése (AEC-Q200)
- Magas ellenállás kedvezőtlen üzemi körülményekkel szemben (IEC 60384-14)



[www.tme.eu/hu](http://www.tme.eu/hu)  
[tme@tme.hu](mailto:tme@tme.hu)



tikai és kontrollingvezetőként dolgozott Magyarországon.

## A JÖVŐ MOBILITÁSÁÉRT

A vállalat célja, hogy a korábbi tapasztalatok, továbbá a munkavállalók szakértelmének és elkötelezettségének ötvözetével, valamint a folyamatos fejlesztéssel újszerű és innovatív mobilitási megoldásokat szolgáltatson. Ezzel meghatározó piaci szereplővé kíván válni a környezetbarát és balesetmentes autózásban. Optimális gyártási megoldásokban gondolkodnak: a legújabb technológiák kihasználásával keresik a lehetőséget a termékek folyamatos fejlesztésére.

A hatvani gyárban számos termék készül, ezek közül a legfontosabbak: a hibrid és elektromos autók vezérlőegységei, a fékvezérlő rendszerek és a váltóvezérlő áramkörök, a fedélzeti komputerek és a biztonsági rendszerek, a váltóvezérlők, az áramátalakítók hibrid és elektromos autókhoz, a szenzorok, a kamerarendszerek és a feszültségszabályozók, a radarok, a motorvezérlők és a károsanyag-kibocsátást mérő szenzorok, valamint a szervokormány-vezérlő elektronika.

## NEM CSAK TÁVLATI CÉL A KÖRNYEZETVÉDELEM

Ahogy a cégcsoport más telephelyein, úgy az észak-magyarországi termelőegységben is kiemelt figyelmet fordítanak a környezetvédelemre, amelyben a digitalizáció eszközei is nagy segítséget nyújtanak. Az átláthatóbb, digitális folyamatoknak köszönhetően csökkent a raktárkészlet, a szállítmányozás pedig átalakulóban van: fenntarthatóbb, gazdaságosabb megoldásokra törekszik a vállalat.

A likviditás, illetve a készletszint kezelésében történő változások pozitív hatást gyakorolnak a logisztikai ügymenetre is, amely így sokkal hatékonyabbá vált. Ez érződik a beszállítói kapcsolatokon is – ami minden fél számára jövedelmező együttműködést eredményez, és megalapozta a Beszállítói kapcsolatok kategóriagyőzelmet.

A vállalat jelentős mérföldkőhöz érkezett 2020 tavaszán, amikor – a járvány ellenére – világszerte 400 telephelyén elérte a karbonsemlegességet. Ez komoly



elköteleződést kíván, a fenntartásához pedig hosszú távú stratégia szükséges. Ezt támogatják mindazok az ilpar 4.0 megoldások, amelyekkel az utóbbi években korszerűsítették a termelést. Az átláthatóság és az automatizáció mellett hatékonyabbá, gazdaságosabbá vált a gyártás nemcsak Magyarországon, hanem a világszerte működő több száz Bosch-telephelyen. Kiemelt figyelmet fordítanak továbbá a megújuló energiaforrások használatára, ez pedig a beruházásokban is tükröződik.

## ELŐREMUTATÓ VEZETÉSI KEZDEMÉNYEZÉSEK

A Legjobb menedzsmentfolyamatok kategóriában győztes gyárban a papírmentes anyagáramlás és a teljesen digitális anyagkövetés megvalósítására törekednek. Olyan digitális gyár létrehozását tűzték ki célul, amelyben a munkavállalóknak a repetitív feladatok helyett intuitív, valódi hozzáadott értéket teremtő folyamatok jelentik a mindennapi munkát. Ezzel nemcsak hatékonyabbá teszik a termelést, hanem hosszabb távon elkötelezetté is az ott dolgozókat.

A digitalizáció nem csupán a termelésben jelent és jelenik meg. Jelentősége a kapcsolódó területeken is számottevő: az IT-, a HR- és a pénzügyi osztály is él a digitalizáció adta lehetőségekkel. A jobb erőforrás-gazdálkodás pedig lehetőséget teremt a fejlesztési kapacitások növelésére, valamint gyorsabbá teszi a teljes adminisztrációs folyamatot.

Kiemelt figyelmet fordítanak azokra az ötletekre is, amelyeket a vállalat alkalmazottai fogalmaznak meg. Az IDEA ösztönzőrendszer segítségével támogatják a javaslatokat – ezt a rendszert 2019-ben teljeskörűen megújították. Az innováció segítésére fejlesztett további folyamat a szimultán tervezés: egy nemzetközi projektcsapat (IPN) munkájának a célja, hogy közösen csökkentsék a piacrjutási időt. A termékfejlesztés, a gyártás és a beszerzés folyamatainak párhuzamosítása világszinten hozzájárul a termelékenység növeléséhez.

A fejlesztések irányát az ügyfelek visszajelzései is befolyásolják: a gyártással és minőséggel kapcsolatos visszacsatolások meghatározzák a folyamatfejlesztések trendjét. Ezeket a gyárban minden hónapban értékeli, így követni tudják a termeléssel kapcsolatos igényeket, elvárásokat. Ez a hozzáállás pedig a termékminőség fejlesztésén túl növelte az ügyfél-elégedettséget is: a hatvani Bosch-gyár büszke az elmúlt években kapott vevői elismerésekre.

Az ügyfél-elégedettség azonban önmagában nem elég a rentábilis működéshez: rendszeres, átfogó vizsgálatokat készítenek az alkalmazottakkal együttműködve, kétfévente minden munkatárs egyéni értékelésen vesz részt. A köztes időben csoportszintű értékelések zajlanak, és egyeztetésekkel, fórumokkal biztosítanak lehetőséget a folyamatos fejlődésre.

■ Kun Zsuzsi

# LS ELECTRIC

## elektromos energia-ellátó berendezések és ipari automatikai egységek koreai gyártója



**TME Hungary Kft.**  
Hermina út 17. "A" ép. 7.em.  
1146 Budapest  
+36 1 220 67 56  
tme@tme.hu

[facebook.com/TME.eu](https://www.facebook.com/TME.eu)  
[youtube.com/TMElectronicComponent](https://www.youtube.com/TMElectronicComponent)  
[linkedin.com/company/1350565](https://www.linkedin.com/company/1350565)  
[instagram.com/tme.eu](https://www.instagram.com/tme.eu)  
[twitter.com/tme\\_eu](https://twitter.com/tme_eu)

[www.tme.eu](http://www.tme.eu)



# A KÜLÖNBSÉG SZABADSÁG ÉS KÖTÖTTSÉG KÖZÖTT

## A SZERSZÁM

A HORN neve egyet jelent a korszakalkotó csúcstechnológiával, a teljesítménnyel és a megbízhatósággal. Engedje meg magának, hogy a legjobbat érje el – hisz precíziós szerszámaink változást hoznak.